



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA

NAYARA MARQUES SANTOS

**SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM MANGUEZAL:** identificação e mapeamento  
dos serviços de provisão no manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão – MA, Brasil



NATAL – RN

2018

NAYARA MARQUES SANTOS

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM MANGUEZAL: identificação e mapeamento dos  
serviços de provisão no manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão – MA, Brasil

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, na área de concentração “Dinâmica socioambiental e reestruturação do território – Linha III: Dinâmica Geoambiental, Riscos e Ordenamento do Território”, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Cestaro.

Co-orientador: Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa

NATAL – RN

2018

NAYARA MARQUES SANTOS

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM MANGUEZAL: identificação e mapeamento dos serviços de provisão no manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão – MA, Brasil.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, na área de concentração “Dinâmica socioambiental e reestruturação do território – Linha III: Dinâmica Geoambiental, Riscos e Ordenamento do Território”, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Cestaro.

Co-orientador: Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa

Aprovada em: Natal, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Luiz Antonio Cestaro  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGE)  
Orientador

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Diógenes Félix da Silva Costa  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGE)  
Co-orientador

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Juliana Felipe Farias  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGE)  
Examinadora Interna

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Antonio Cordeiro Feitosa  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
Examinador Externo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes -  
CCHLA

Santos, Nayara Marques.

Serviços ecossistêmicos em manguezal: identificação e mapeamento dos serviços de provisão no manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão - MA, Brasil / Nayara Marques Santos. - 2018. 125f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-graduação em Geografia. Natal, RN, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Cestaro.

Coorientador: Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa.

1. Áreas Úmidas Costeiras. 2. Ilha do Maranhão. 3. Recursos Naturais. 4. Comunidades Tradicionais. I. Cestaro, Luiz Antonio. II. Costa, Diógenes Félix da Silva. III. Título.

RN/UF/BS-CCHLA

CDU 910.27(812.1)



A **Inácia Silva**, *in memoriam*;  
Aos meus amados pais **Graça** e **Luís**,  
e ao meu sobrinho **Alef Emanuel**.

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradecer em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida e toda graça e misericórdia para conosco, por ter sido o porto seguro durante os dias de angústia e ansiedade, por todos os livramentos e vitórias concedidos, pelo poder manifestado através das orações e por ter permitido a conclusão de mais uma etapa da vida acadêmica e profissional. Toda a honra e toda a glória sejam dadas a ti sobre todas as coisas!

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGE/UFRN) por todo apoio e estrutura disponibilizada para o desenvolvimento da pesquisa, através da equipe institucional de professores e técnicos, dos auxílios financeiros para participação em eventos científicos e trabalhos de campo e a todos os integrantes da turma de 2016.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido durante os vinte quatro meses para o desenvolvimento da pesquisa. Ao projeto VALSA – Valoração de Serviços Ambientais pela ajuda de custo para realização das atividades de campos no Maranhão.

Aos meus orientadores Luiz Antonio Cestaro e Diógenes Félix da Silva Costa, por toda dedicação no processo de orientação e disposição em contribuir com o desenvolvimento acadêmico/pessoal e pelos ensinamentos passados ao longo destes anos através das disciplinas e orientações. Ao Laboratório de Biogeografia da UFRN (LABIGEO/TRÓPIKOS), agradeço pelo apoio e estrutura concedidos para o crescimento profissional, acadêmico e pessoal, sou grata a todos integrantes do grupo pelos encontros científico, atividades de campo e acolhimento.

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (NEPA/UFMA) por todo o suporte e estrutura disponibilizados pelo para o desenvolvimento da pesquisa durante estes dois anos. Agradeço aos integrantes que contribuíram direta ou indiretamente com a pesquisa e em especial Prof<sup>o</sup>. Cordeiro e Prof<sup>a</sup> Márita por todo o acompanhamento e dedicação desde a graduação até aqui.

Ao Projeto GEOILHA, agradeço pelo suporte e estrutura disponibilizados para o desenvolvimento da pesquisa, em especial ao coordenador do projeto Prof<sup>o</sup> Ulisses Denache por todo apoio e investimento acadêmico e pela amizade de sempre. Ao Laboratório de Manguezal da UFMA, em especial aos integrantes Kerllon, Priscila e

Deuzanir por me auxiliarem nas atividades de campo e serem tão solícitos em momentos tão necessário, desejo a vocês muito sucesso.

Aos meus pais Luís e Graça por todo amor, carinho, suporte e recursos dedicados a minha educação e ao meu desenvolvimento como ser humano. Ao meu amado irmão, Ribamar Júnior por todo companheirismo nestes 25 anos, não tenho palavras para descrever a paz e a alegria que é ter você como irmão, obrigado por ter trazido pessoas tão especiais para minha vida (Alef Emanuel e Nayane). A toda minha família, que sempre esteve ao meu lado seja nos momentos de felicidade ou tristeza, incentivando-me a ser forte e não desistir nos momentos difíceis

As minhas fiéis companheiras de mestrado e vida Andreza e Thiara, por toda jornada até aqui, foi e é um aprendizado incrível dividir a vida com vocês, agradeço por todos os momentos compartilhados, especialmente nestes últimos dois anos, não há palavras que possam expressar a minha gratidão por tudo que vocês fizeram e fazem por mim. E claro, não poderia faltar um agradecimento mais que especial aos outros integrantes dessa amizade geográfica, Naiara e Ozimo, por se fazerem sempre presentes em todos os momentos.

Aos queridos amigos que auxiliaram nas atividades de campo (e na vida): a Alexandry e Carlos pela amizade, disponibilidade e companheirismo em ajudar em todo e a qualquer momento; Neylla e Flávia pela amizade, dedicação e companheirismo desde sempre, por compartilharem dos meus dramas acadêmicos e me fazerem esquecer dos problemas da vida; Thauana e Wagner pela amizade e pela disponibilidade em ajudar em momentos tão necessários; D. Rosário e Odecio por todo amor e acolhimento, pela disponibilidade em ajudar sempre que necessário.

Aos amigos adquiridos ao longo desta jornada: Dayane, Welton, Leonardo, Inês, Marquinhos, Jaqueline, Luís, Ricardo, Adjael, Vilaneide, Ivaniza, e Eliezer por compartilharem de momentos de alegria e descontração. Em especial a Dayane, Leonardo e Welton pela amizade, dedicação, companheirismo e acolhimento nestes dois anos, através da convivência diária, que venham muitos mais anos de amizade.

A Lili e D. Damiana, das comunidades de Coquilho e Tajipuru, respectivamente, pela amizade, acolhimento e disposição em colaborar com o estudo. Agradeço a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desta pesquisa, mesmo que não estejam citados aqui. Obrigado!

*“Pois eu bem sei os planos que estou projetando para vós,  
diz o Senhor; planos de paz, e não de mal,  
para vos dar um futuro e uma esperança”.*

(Jeremias 29:11)

## RESUMO

Os Serviços Ecossistêmicos (SE) caracterizam-se como bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos ecossistemas, utilizados direta ou indiretamente na busca pelo bem estar humano. Dentro desta abordagem, compreende-se que a diversidade de elementos abióticos e bióticos na superfície terrestre proporciona a ocorrência de importantes áreas de interesse ecológico e social e prestadora de importantes serviços, como o manguezal. Nesta pesquisa, tem-se como área de estudo o manguezal do rio Tijupá, uma das áreas mais extensas deste ecossistema localizado na porção sudeste da Ilha do Maranhão. O objetivo geral deste estudo foi analisar os SE prestados pelo manguezal do rio Tijupá a partir da identificação dos serviços ecossistêmicos de provisão utilizados pelos usuários do manguezal. Para isto foi realizada a compartimentação do manguezal da área em unidades geoambientais (apicum, bosque de mangue, lavado e canais de maré) e a caracterização geoambiental das respectivas unidades. Posteriormente, realizou-se a identificação e classificação dos Serviços de Ecossistêmicos de provisão baseado na *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) e o mapeamento dos SE de provisão por unidade geoambiental. O manguezal do rio Tijupá abrange cerca de 840 ha, sendo a maior parte deste ecossistema representada pelas unidades bosque de mangue (708,9 ha) e lavado (98,5 ha). Os serviços de provisão identificados na área correspondem a: pesca (e. g. bagre, tainha, siri), apicultura (e. g. mel, propólis), madeira convertida em materiais (e. g. cercas, caibros), utilização da fauna para pesca – isca (e. g. turu, tamaru, chama-maré), madeira convertida em energia (e. g. carvão), sendo a pesca o SE potencial consumido pelas comunidades da área. As unidades geoambientais potencialmente prestadoras de serviços foram o bosque de mangue e os canais de maré, onde o bosque destacou-se na provisão de materiais e os canais, no aprovisionamento de recursos nutritivos. A maioria dos serviços foram indicados na margem oeste do manguezal, onde há maior concentração das comunidades (e. g. Coquilho, Mato Grosso, Tajipuru e Caracueira) e vias de acesso terrestre. A análise destes dados fornece suporte para gestão do manguezal e das formas de uso dos recursos prestados por ele. Estas informações são relevantes para integrar o mapeamento dos serviços prestados por este ecossistema, posto que dados sobre a distribuição, intensidade e demanda dos serviços são importantes para identificar as áreas mais vulneráveis as intervenções antrópicas e as perdas e os ganhos na oferta de SE. Há necessidade de estudos posteriores no manguezal do rio Tijupá e em outros pontos de manguezal da Ilha do Maranhão, fundamentais para aprofundar o conhecimento sobre a dinâmica destes ecossistemas e a oferta de SE (provisão, regulação/manutenção e culturais), assim como para sistematização de dados sobre os Serviços Ecossistêmicos do manguezal da Ilha do Maranhão.

Palavras-chave: Áreas Úmidas Costeiras. Ilha do Maranhão. Recursos Naturais. Comunidades Tradicionais.

## ABSTRACT

Ecosystem Services (ES) are characterized as tangible and intangible goods for ecosystems, directly or indirectly dependent on the pursuit of human well-being. Within this approach, it is understood that the diversity of abiotic and biotic elements in the terrestrial surface provides the occurrence of important areas of ecological and social interest and providing important services, such as mangroves. In this research, the Tijupá river mangrove is one of the most extensive areas of this ecosystem located in the southeast portion of the Maranhão Island. The general objective of this study was to analyze the ES provided by the mangrove of Tijupá river from the identification of the ecosystem services provided by mangrove users. For this, compartmentalization of the area's mangrove into geoenvironmental units (apicum, mangrove forest, washing and tidal channels) and the geoenvironmental characterization of the respective units were carried out. Subsequently, the identification and classification of the Ecosystem Services of provision based on the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) and the mapping of the ES of provision by geo-environmental unit were carried out. The Tijupá river mangrove covers about 840 ha, most of this ecosystem represented by mangrove forest (708.9 ha) and washing (98.5 ha). The provision services identified in the area correspond to: fishing (eg catfish, mullet, siri), beekeeping (eg honey, propolis), wood converted into materials (eg fences, rafters), the use of fauna for fishing - bait (eg turu, tamaru, tide), wood converted into energy (eg coal), with the potential ES being consumed by the communities in the area. Potentially service-oriented geoenvironmental units were the mangrove forest and tidal channels, where the forest stood out in the provision of materials and channels, in the provision of nutritional resources. Most of the services were indicated on the western margin of the mangrove swamp, where there is greater concentration of communities (eg, Coquilho, Mato Grosso, Tajipuru and Caracueira) and land access routes. The analysis of these data provides support for mangrove management and the ways of using the mangrove resources. This information is relevant for integrating mapping, since data on the distribution, intensity, and demand for services are important in identifying the most vulnerable areas of human intervention and losses and gains in ES provision. There is a need for further studies on the Tijupá river mangrove and other mangrove areas of the Island of Maranhão, fundamental for deepening knowledge about the dynamics of these ecosystems and the supply of ES (provision, regulation / maintenance and cultural), as well as for systematization data on the Ecosystem Services of the Mangroves of the Island of Maranhão.

**Keywords:** Coastal Wetlands. Island of Maranhão. Natural Resources. Traditional Communities.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b>	(A) Pesca; (B) Mediação de nutrientes pela biota, através dos caranguejos.	21
<b>Figura 02</b>	Serviço de beleza paisagística no manguezal do rio Tibiri, Ilha do Maranhão	22
<b>Figura 03</b>	Modelo de cascata proposto para avaliação do Serviços Ecossistêmicos.	27
<b>Figura 04</b>	Área de manguezal no rio Tibiri, Ilha do Maranhão.	31
<b>Figura 05</b>	Raízes aéreas em um bosque de R. mangle, rio Tijupá.	33
<b>Figura 06</b>	Aves migratórias alimentando-se da fauna presente no substrato do manguezal, rio Tijupá – Ilha do Maranhão	34
<b>Figura 07</b>	Representação da importância social e ecológica do caranguejo.	35
<b>Figura 08</b>	Esquema de representação da interação entre os elementos no manguezal.	36
<b>Figura 09</b>	Mapa de localização do manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão.	46
<b>Figura 10</b>	Centro de saúde da comunidade Coquilho	47
<b>Figura 11</b>	Área do conjunto habitacional Mato Grosso no entorno da área de estudo.	48
<b>Figura 12</b>	Síntese dos procedimentos da etapa de compartimentação e caracterização das unidades ambientais do manguezal do rio Tijupá.	51
<b>Figura 13</b>	Utilização do material de apoio durante as entrevistas.	53
<b>Figura 14</b>	Estrutura hierárquica da CICES	53
<b>Figura 15</b>	Representação dos dados referentes ao quantitativo de SE organizados na plataforma do Excel	55
<b>Figura 16</b>	Tabela de atributos preenchida de acordo com os dados dos SE.	56
<b>Figura 17</b>	Representação da contagem dos serviços.	56
<b>Figura 18</b>	Linha amarela representando a variação do microrelevo da planície fluviomarinha do rio Tijupá, Ilha do Maranhão	57
<b>Figura 19</b>	Normais climatológicas (1982-2012) dos municípios que abrangem a área de estudo.	58
<b>Figura 20</b>	Vista do canal principal do rio Tijupá durante a maré vazante.	59
<b>Figura 21</b>	Apicum: área de transição areia – argila, manguezal do rio Tijupá.	60
<b>Figura 22</b>	Área de cultivo no povoado de Tajipuru.	61
<b>Figura 23</b>	(A): Lavado; (B): Bosque de mangue; (C): Apicum; (D): Canais de maré, manguezal do rio Tijupá.	62
<b>Figura 24</b>	Mapa das unidades ambientais do manguezal do Rio Tijupá.	64
<b>Figura 25</b>	A): Uca sp (chama-maré); (B) Salsa do mangue ou pirixiu (espécie halófita).	65
<b>Figura 26</b>	(A): Manchas de óleo encontradas no apicum; (B) Deposição de sedimentos em área de apicum.	66
<b>Figura 27</b>	Esquema representando a distribuição das espécies no bosque de mangue, rio Tijupá.	68
<b>Figura 28</b>	Zonas mistas no bosque de mangue, manguezal do rio Tijupá – Ilha do Maranhão.	69

<b>Figura 29</b>	(A) <i>Ucides cordatus</i> (caranguejo uçá); (B) <i>Goniopsis cruentata</i> (aratu vermelho e preto); (C) <i>Neoteredo</i> sp. (turu).	69
<b>Figura 30</b>	(A) Guarás; (B) Garça.	70
<b>Figura 31</b>	(A) Pesca de arrasto sendo realizada dentro do canal de maré no rio Tijupá; (B) Camarão utilizando na alimentação por moradores das comunidades locais.	71
<b>Figura 32</b>	Caranguejo entre as raízes sobre o substrato do manguezal	72
<b>Figura 33</b>	Representação da dinâmica de vento e das ondas no setor sudeste da Ilha. Maranhão.	73
<b>Figura 34</b>	(A) Vista da faixa litorânea, anterior a Ponta de Guarapiranga, vegetação de mangue pouco desenvolvida; (B) Vista da faixa litorânea, posterior a P. de Guarapiranga, maior densidade e estatura da vegetação de mangue.	74
<b>Figura 35</b>	Sedimentos revolvidos pela escavação de toca do caranguejo.	75
<b>Figura 36</b>	Esquema sintetizado a interação entre os elementos no manguezal do rio Tijupá.	76
<b>Figura 37</b>	Esquema sintetizado a interação entre os elementos no manguezal do rio Tijupá.	76
<b>Figura 38</b>	Exemplo do consumo de camarão na comunidade Coquilho.	77
<b>Figura 39</b>	Puçá utilizada na pesca.	81
<b>Figura 40</b>	(A) Catadores finalizando coleta de caranguejo no porto da comunidade de Caracueira; (B) Pesca de linha/anzol sendo realizada no canal de maré no porto da Serraria (Mato Grosso).	82
<b>Figura 41</b>	Ninho e melgueiro, caixas utilizadas para abrigar as abelhas para produção de mel, comunidade de Coquilho.	83
<b>Figura 42</b>	Própolis produzido na comunidade de Coquilho.	84
<b>Figura 43</b>	(A) Madeira do mangue sendo utilizada como cerca, comunidade Caracueira; (B)Gastrópode (sapequara, <i>Littoraria</i> sp) utilizado como isca, sobre folha de <i>Laguncularia racemosa</i> .	85
<b>Figura 44</b>	Madeira do mangue encontrada no porto da comunidade de Caracueira.	86
<b>Figura 45</b>	Fruto e propágulos das espécies do mangue, que podem ser utilizadas no processo de recuperação de áreas degradadas no ecossistema.	88
<b>Figura 46</b>	Mapa das unidades geoambientais do manguezal do Tijupá	90
<b>Figura 47</b>	Mapa da distribuição espacial dos SE relacionados a Nutrição por unidade geoambiental, manguezal do rio Tijupá.	92
<b>Figura 48</b>	Mapa da distribuição espacial dos SE relacionados aos Materiais por unidades geoambientais, manguezal do rio Tijupá.	94
<b>Figura 49</b>	Mapa da distribuição espacial dos SE relacionados aos Recursos Energéticos por unidades geoambientais, manguezal do rio Tijupá.	96
<b>Figura 50</b>	Mapa da distribuição espacial dos SE Totais por unidades ambientais no manguezal do rio Tijupá.	99
<b>Figura 51</b>	Pontos de extração dos serviços de provisão no manguezal do Rio Tijupá	101



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b>	Conceito de Serviços Ecossistêmicos por diferentes áreas do conhecimento.	18
<b>Quadro 02</b>	Propostas da classificação das categorias de SE mais utilizadas	20
<b>Quadro 03</b>	Estrutura de hierárquica da Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES).	23
<b>Quadro 04</b>	Matriz representando a relação entre os fatores abióticos, a dinâmica do manguezal e os serviços ecossistêmicos.	39
<b>Quadro 05</b>	Serviços de provisão prestados pelo ecossistema manguezal.	41
<b>Quadro 06</b>	Serviços de regulação prestados pelo ecossistema manguezal.	42
<b>Quadro 07</b>	Serviços culturais prestados pelo ecossistema manguezal	45
<b>Quadro 08</b>	Critérios utilizados na identificação das unidades geoambientais na imagem de satélite	50
<b>Quadro 09</b>	Estrutura da tabela dos SE de provisão utilizado nesta pesquisa	54
<b>Quadro 10</b>	Chaves de interpretação utilizadas para identificação das feições do manguezal.	63
<b>Quadro 11</b>	Área das unidades geoambientais do manguezal do Tijupá	65
<b>Quadro 12</b>	Classificação dos Serviços Ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá.	78
<b>Quadro 13</b>	Classificação dos potenciais Serviços Ecossistêmicos de provisão para o manguezal do rio Tijupá	87
<b>Quadro 14</b>	Chaves de interpretação para diferenciação do bosque de mangue.	89
<b>Quadro 15</b>	Síntese da relação entre as unidades ambientais e os SE prestados no manguezal do Tijupá.	97

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01</b>	Representação do quantitativo das espécies mais indicadas durante as entrevistas.	79
<b>Gráfico 02</b>	Representação da porcentagem de entrevistados que: (A) consomem e vendem/consome os pescados; (B) quantidade de quilogramas (kg) que pescam.	80

## LISTA DE SIGLAS

<b>ABEPC</b>	Associação Benéfica Educativa e Produtiva Cultural dos Moradores do Bairro de Coquilho
<b>AUs</b>	Áreas Úmidas
<b>CICES</b>	<i>Common International Classification Ecosystem Services</i>
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>GNSS</b>	<i>Global Navigation Satellite Systems</i>
<b>LAMA</b>	Laboratório de Manguezais
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>MEA</b>	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
<b>NEPA</b>	Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais
<b>PSA</b>	Pagamento de Serviços Ambientais
<b>RADAM</b>	Radar da Amazônia
<b>SE</b>	Serviços Ecossistêmicos
<b>TEEB</b>	<i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i>
<b>UFMA</b>	Universidade Federal do Maranhão

## SUMARIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>CAPITULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
<b>1.1 Serviços Ecossistêmicos: uma abordagem geográfica</b>	<b>19</b>
1.1.1. Conceitos e classificações	19
1.1.2. A Geografia na abordagem dos Serviços Ecossistêmicos	26
1.1.3. Mapeamento de Serviços Ecossistêmicos	30
<b>1.2. O Manguezal</b>	<b>33</b>
1.2.1. Ecologia de Manguezal	33
1.2.2. Processos e Interações no Manguezal	37
1.2.3. Serviços Ecossistêmicos e o Manguezal	42
<b>CAPITULO II – METODOLOGIA</b>	<b>48</b>
2.1 Localização da área de estudo	48
2.2 Procedimentos Metodológicos	50
2.2.1 Compartimentação das unidades geoambientais do manguezal do rio Tijupá	50
2.2.2 Identificação dos serviços ecossistêmicos de provisão pela comunidade	53
2.2.3 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão	55
<b>CAPITULO III – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>58</b>
<b>3.1 Unidades geoambientais do manguezal do rio Tijupá</b>	<b>58</b>
3.1.1 Caracterização Geoambiental da Área de Estudo	58
3.1.2. Caracterização das Unidades Geoambientais: Apicum, Bosque de Mangue, Lavado e Canais de Maré	62
3.1.3. Interações no Manguezal do Rio Tijupá	72
<b>3.2 Identificação e espacialização dos serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá</b>	<b>78</b>
3.2.1 Serviços de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá	78
3.2.2 Mapeamento dos serviços de provisão	89
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE A – Entrevista aplicada aos moradores</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE B – Material de apoio (imagem)</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO A – Formulário de campo</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO B – Material de apoio (livro)</b>	<b>125</b>

## INTRODUÇÃO

A superfície terrestre é constituída de diversos sistemas ambientais que englobam um mosaico de ecossistema (terrestre, costeiros e marinhos). Os processos ecológicos dos ecossistemas são responsáveis pelo funcionamento dos sistemas ecológicos e prestação de serviços para manutenção da qualidade de vida, denominados de Serviços Ecossistêmicos (SE).

Caracterizados como bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos ecossistemas, os SE são utilizados direta ou indiretamente na busca pelo bem estar humano (COSTANZA et al., 1997; POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2011). Estes serviços estão relacionados à provisão, à regulação/ manutenção e à cultura (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2013), por exemplo, o fornecimento de alimentos, regulação climática, de fluxos de massa, proteção da linha de costa, ciclagem de nutrientes, ecoturismo, lazer, produção de madeira, conhecimento, entre outros.

Abordado inicialmente no contexto da Economia e da Ecologia, a análise dos SE ainda é pouco discutida na perspectiva da ciência geográfica, sendo que esta pode contribuir para avanços nas discussões desta abordagem. Por sua vez a Geografia tem a capacidade de auxiliar na compreensão dos SE, através da aplicação de uma abordagem integrada, considerando as características de cada ambiente. Visto que os SE estão relacionados ao bem estar social é importante conhecer a realidade a que estão integrados (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2011).

Utilizar de elementos geográficos para analisar os SE, é importante para compreender como as características locais interferem na prestação e nos usos dos serviços. A delimitação de unidades geoambientais, conhecimento do contexto socioeconômico da área, da dinâmica da paisagem e análise espacial são elementos que podem contribuir para integração da utilização da abordagem do Serviços Ecossistêmicos dentro de planos de gestão mais consistentes e coerentes (BURKHARD et al., 2009).

A diversidade de elementos abióticos e bióticos na superfície terrestre proporciona a ocorrência de importantes áreas de interesse ecológico e social, como por exemplo as Áreas Úmidas (AUs). As AUs são complexos ecossistemas (naturais ou artificiais) localizados na interface de ambientes continentais, costeiros e marinhos, permanente ou periodicamente inundados, como lagoas, turfeiras, salinas, tanques de aquicultura e manguezais (JUNK et al., 2014).

Especificamente nas AUs costeiras, as intervenções provocadas pela ação humana nos ecossistemas têm provocado alterações nas funcionalidades e comprometido a prestação dos SE, e o manguezal é um dos mais afetados pelas atividades humanas (BARBIER et al., 2011). Este ecossistema é caracterizado como uma das áreas úmidas de elevada importância ecológica (SCOTT; JONES, 1995; JUNK et al., 2014), sendo um ambiente onde ocorrem intensos processos biológicos e geoquímicos, sendo fonte de renda e subsistência para muitas comunidades através dos recursos pesqueiros, protetor da zona costeira, armazenador de carbono, entre outros.

Alguns dos principais SE prestados pelo manguezal são a pesca, a proteção costeira, proteção contra sedimentação, produção de madeira e fibras, indicador de risco ambiental, acúmulo de carbono, valor estético, fonte de diversos alimentos, ecoturismo e recreação, redução da poluição, produção de mel, bio-remediação através da água, proteção contra intrusão salina no lençol d'água, recursos energéticos, forragem e produtos farmacêuticos (MUKHERJEE et. al., 2014).

Portanto, a diversidade de recursos fornecidos pelo manguezal faz com que o mesmo seja alvo para a instalação de atividades que em sua maioria, resultam na degradação do mesmo. E apesar de apresentar várias potencialidades, é um ambiente frágil a grandes inputs de energia, de influência natural e antrópica. Estas alterações na dinâmica do manguezal provocam mudanças na oferta dos serviços, que consequentemente afetam a sociedade dependente dos seus recursos.

Dentre os serviços prestados pelo manguezal, os relacionados a provisão de alimentos são diretamente afetados por qualquer distúrbio na sua dinâmica afetando a fauna e flora deste ecossistema. O conhecimento mais específico de quais serviços são prestados e dos agentes (internos e externos) responsáveis pelas alterações na dinâmica do manguezal é necessário para subsidiar o processo de planejamento e gestão nessas áreas (COSTA, 2017).

É neste contexto de preocupação de maior compreensão da dinâmica ambiental destes ecossistemas e dos SE por eles prestados, que será investigada a prestação de serviços ecossistêmicos de provisão em uma área de manguezal da Ilha do Maranhão, localizada na região do Golfão Maranhense. A ilha está ocupada pelos municípios de São Luís, São Jose de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, na qual especificamente o crescimento urbano desordenado de São Luís provocou intensa ocupação das áreas de manguezal na porção sudoeste. Este crescimento, principalmente

a partir da década de 1990, vem avançando em direção à porção sudeste, que compreende uma vasta área de manguezal (FERREIRA, 2008).

O setor sudeste da Ilha compreende importantes bacias hidrográficas que abrigam áreas de extensos manguezais relativamente conservados, como as dos rios Tibiri, Jeniparana e Tijupá. Por sua vez, os manguezais da sede de São Luís se encontram intensamente degradados devido às intervenções antrópicas, como nas bacias dos rios Anil e Bacanga (BEZERRA, 2008; MARTINS, 2008; MOREIRA, BRITO, FARIAS FILHO, 2015).

Como mencionado acima, escolheu-se como área de estudo nesta pesquisa o manguezal do rio Tijupá, que representa uma das áreas mais extensas de manguezal contínuo localizado na porção sudeste da Ilha do Maranhão. A área de estudo abrange o município de São Luís e São José de Ribamar, limitando-se ao norte com a bacia hidrográfica do rio Jeniparana, a leste com a bacia do rio Tibiri, oeste com a de Guarapiranga e ao sul com a Baía de São José (REIS, 2005).

Diante desta problemática, esta pesquisa buscou analisar quais são os serviços de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá. Este questionamento apresenta um desdobramento também acerca das formas de usos destes serviços na área, assim como sobre a necessidade de se compreender se o manguezal proporciona os mesmos serviços em todas as suas unidades geoambientais.

Compreende-se os serviços ecossistêmicos como resultado das interações entre os elementos da natureza, e que estes funcionam de forma integrada e se distribuem de forma heterogênea no ambiente, fez-se necessária a delimitação de unidades homogêneas para facilitar a compreensão da dinâmica dos sistemas. Logo, buscou-se validar se as diferentes unidades geoambientais do manguezal do rio Tijupá prestam serviços distintos de provisão.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa é analisar os serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá pelos usuários do manguezal. Possui como objetivos específicos: compartimentar o manguezal do rio Tijupá em unidades geoambientais; identificar os serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá e a espacializar os serviços ecossistêmicos de provisão identificados.

## **CAPITULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **1.1 Serviços Ecossistêmicos: uma abordagem geográfica**

#### **1.1.1. Conceitos e classificações**

Os serviços ecossistêmicos (SE) são bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos ecossistemas, utilizados pela sociedade em busca do bem estar social, a exemplo da provisão de alimentos, água potável, atividades de lazer, proteção a desastres naturais e regulação climática, entre outros (COSTANZA et al., 2014).

Westman (1977) destaca o valor social dos bens produzidos pelos ecossistemas para embasar tomadas de decisões políticas e de gestão mais elaboradas. Denominou estes bens sociais, de serviços da natureza, que posteriormente foram denominados de serviços ecossistêmicos, por Erlich e Erlich (1981) (MOONEY; ERLICH, 1997; FISHER et al., 2009; MUNK, 2015).

Essa nova temática dos SE foi incorporada inicialmente por economistas e ecólogos no final do século XX, principalmente nos debates sobre a sustentabilidade dos ecossistemas para o bem estar social. Todavia, a partir do início dos anos 2000, a discussão sobre qual a capacidade dos ecossistemas proverem serviços para o bem estar das comunidades humanas, tornou-se relevante no contexto mundial após a iniciativa das Nações Unidas em elaborar Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2003).

O MEA (2003) consistiu na reunião de cientistas de diversas áreas do conhecimento (economistas, biólogos, ecólogos, entre outros), para sistematizar, integrar, interpretar e compartilhar dados sobre a saúde dos ecossistemas no contexto mundial e gerar informações para subsidiar as tomadas de decisão para conservação dos ecossistemas.

Contudo alguns autores já abordavam esta temática, enfatizando a sua importância econômica, social e ambiental, como por exemplo Costanza et al. (1997), Daily (1997), Limburg e Folke (1999) e De Groot (2002). Em termos conceituais, existem na literatura diversas definições para os SE, dadas por especialistas de diferentes áreas do conhecimento (Quadro 01).

Quadro 01 – Conceito de Serviços Ecossistêmicos por diferentes áreas do conhecimento.

Conceito	Autores	Área do Conhecimento
Um grupo de bens e serviços gerados pelos ecossistemas que são importantes para o bem-estar humano.	Costanza et al. (1997)	Economia Ecológica
As condições e os processos através dos quais os ecossistemas naturais, e as espécies que o compõem, sustentam e beneficiam a vida humana.	Daily (1997)	Ecologia
A capacidade dos processos naturais e seus componentes de fornecer produtos e serviços que satisfaçam as necessidades humanas, direta ou indiretamente.	De Groot et al. (2002)	Economia Ecológica
Um conjunto de funções ecossistêmicas útil para os homens.	Kremen (2005)	Biologia
Os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.	Millenium Ecosystem Assessment (2003)	Diversos
São componentes da natureza, diretamente desfrutados, consumidos ou usados para produzir bem-estar humano.	Boyd e Banzhaf, (2007)	Economia Ecológica
Os aspectos dos ecossistemas utilizados, ativa ou passivamente, em prol do bem-estar humano.	Fisher et al. (2009)	Recursos Naturais
Benefícios que os homens reconhecem como obtidos a partir dos ecossistemas, que suportam, direta ou indiretamente, sua sobrevivência e qualidade de vida.	Harrington et al. (2010)	Ecologia
Bens e serviços produzidos pelos ecossistemas, que beneficiam a espécie humana.	National Research Council, 2005.	Ciências Marinhas
São as contribuições que os ecossistemas fazem para o bem-estar humano.	Potschin e Haynes – Young, CICES (2010)	Ciências Naturais

Fonte: Adaptado Munk (2015).

Apesar das definições apresentarem origens de diferentes áreas do conhecimento, a maioria tem como foco central a relação entre os benefícios dos



ecossistemas para o bem estar humano. As divergências mais acentuadas encontram-se nas discussões levantadas em cada documento. As perspectivas defendidas pelos autores consideram um caráter antropocêntrico na discussão e a necessidade da atribuição de valores monetários para embasar as políticas conservacionistas.

Os economistas em sua maioria discutem sobre a valoração destes serviços, ou seja, sobre a quantificação desses bens para que sejam atribuídos valores monetários e assim sirvam de subsídios mais concretos para o planejamento e a gestão do capital natural e econômico (ANDRADE, 2010; BRANDER et al., 2012; FISHER; BATEMAN; TURNER, 2011).

Contudo, a atribuição de valores aos SE é muito discutida no âmbito científico pelas lacunas nos métodos de valoração, que não permitem a atribuição de valores reais, apenas marginais, principalmente no que se refere aos serviços culturais, que podem ser incalculáveis (MACEDO et al., 2017; MILCU et al., 2013; QUEIROZ; MEIRELES; HERAS, 2012).

Para isto é necessário compreender os processos e funções que resultam nos SE, o que é complexo, pois envolve a compreensão da estrutura do ecossistema, valores sociais e econômicos relacionados a ele, âmbito que os ecólogos e outros cientistas naturais possuem mais arcabouço teórico para compreender (POTSHCIN, HAINES-YOUNG, 2011; ANDRADE; ROMEIRO, 2013).

Andrade e Romeiro (2013) consideram que:

Ecólogos usualmente criticam os economistas pela sua excessiva concentração na dimensão antropocêntrica dos valores ecossistêmicos e a consequente desconsideração de importantes processos ecológicos, ao mesmo tempo em que economistas criticam ecólogos e demais cientistas naturais pela sua indisponibilidade em calcular as contribuições relativas de várias características dos ecossistemas para o bem-estar humano e a não consideração de qualquer tipo de preferência humana no processo de valoração. (ANDRADE; ROMEIRO, 2013, p. 52)

No Brasil, a nomenclatura dos serviços ecossistêmicos foi traduzida para Serviços Ambientais, porém esta é utilizada na perspectiva do Pagamento por Serviços Ambientais – PSA (MMA, 2011; TITO; ORTIZ, 2013). Não havendo consenso na literatura sobre a diferença entre estes dois termos (WATHELY; HERCOWITZ, 2008). Para fins da lei do PSA, consideram-se serviços ambientais as funções imprescindíveis

providas pelos ecossistemas naturais para a manutenção, a recuperação ou a melhoria das condições ambientais adequadas à vida, incluindo a humana (BRASIL, 2008).

A conceituação não difere muito das bases utilizadas para o conceito de SE, envolvendo o ecossistema, bens e serviços produzidos por este e o bem estar social, divergindo apenas na finalidade das aplicações. O termo Serviços Ecossistêmicos é utilizado no âmbito científico, enquanto Serviços Ambientais é aplicado na perspectiva mais técnica. Contudo, existem trabalhos a nível nacional que utilizam o termo Serviços Ecossistêmicos, como: Andrade (2010), Queiroz, Meireles e Hera (2012) e Rabelo (2014). Para esta pesquisa será utilizado o conceito de Serviços Ecossistêmicos proposto por Potschin e Haines-Young (2010).

De Groot et al. (2002) afirmam que a identificação e classificação dos serviços ecossistêmicos fornece uma visão geral das principais funções e produtos atribuídos aos ecossistemas e a suas estruturas ecológicas e processos associados. Para auxiliar na identificação dos SE, estes foram inicialmente divididos em categorias, que englobam as principais finalidades destes: provisão, regulação/suporte e culturais

Salienta-se que inicialmente foram elaboradas várias propostas de classificação para os SE (Quadro 02), como as de Dailly (1997), De Groot et al. (2002), MEA (2003), TEEB (2010) e CICES (2010). Há também outros autores que propõem classificações alternativas, como Wallace (2007), Boyd e Banzahf (2007) e Fisher et al. (2009). Estes autores ainda enfatizam a importância de compreender que a identificação e a classificação desses serviços podem estar associadas a dois ou mais processos; ou em alguns casos, um único processo pode contribuir para mais de um serviço.

Quadro 02 – Propostas da classificação das categorias de SE mais utilizadas.

CLASSIFICAÇÃO	FONTE			
	De Groot et al. (2002)	MEA (2003)	TEEB (2008)	CICES (2013)
Categoria	Provisão	Provisão	Provisão	Provisão
	Regulação	Regulação	Regulação	Regulação ou manutenção
	Habitat	Suporte	Habitat ou suporte	Culturais
	Informação	Culturais	Culturais	-

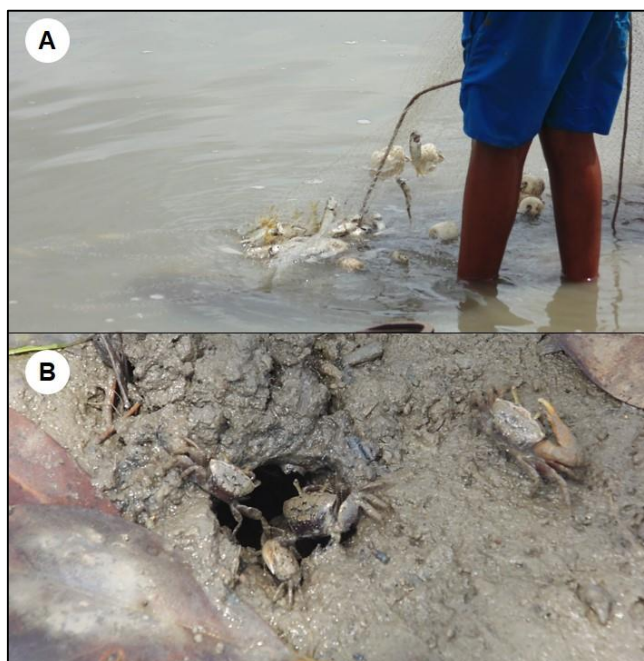
Fonte: Elaboração própria (2018).

As categorias apresentam pequenas variações com relação às terminologias, utilizando habitat ou suporte para designar serviços semelhantes. Alguns autores consideram as funções e processos do ecossistema como Serviços Ecossistêmicos (DAILLY, 1997), enquanto outros atribuem a estas categorias somente os produtos finais consumidos pela sociedade (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2013 - CICES).

Na classificação da CICES, os serviços de suporte/habitat foram retirados, pois de acordo com Potschin e Haines-Young (2011), são desnecessários por estarem relacionados com as funções e processos ecológicos. A categoria Habitat, ainda considera que os ecossistemas proporcionam espaço para todas as espécies de plantas e animais, deixando subentendido como serviços de refúgio e berçário (DE GROOT et al., 2002), e passando a ser parte da estrutura do ecossistema.

Por sua vez, os serviços de provisão englobam as saídas materiais e energéticas, ou seja, os bens tangíveis que podem ser trocados ou negociados, consumidos ou usados diretamente na fabricação de outros produtos, pescado por exemplo (Figura 01). Os de regulação (e manutenção) estão ligados a capacidade dos ecossistemas naturais e semi-naturais em regular os sistemas e processos ecológicos essenciais para dar suporte à vida, por exemplo, através da mediação de nutrientes pela biota, como no manguezal quando os caranguejos ao escavarem as tocas provocam o revolvimento dos sedimentos e nutrientes (Figura 01).

Figura 01 – (A) Pesca; (B) Mediação de nutrientes pela biota, através dos caranguejos.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Já os serviços culturais incluem as saídas não-materiais do ecossistema (Figura 02) que têm significado simbólico, cultural ou intelectual, como a beleza paisagística, herança cultural e lazer (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2011). A divisão dos Serviços Ecossistêmicos em categorias facilita a classificação e a identificação dos serviços, possibilitando analisar os serviços em diferentes focos de abordagem.

Figura 02 – Serviço de beleza paisagística no manguezal do rio Tibiri, Ilha do Maranhão.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

A *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES, 2013), proposta por Haines-Young e Potschin, é uma das metodologias mais atuais para identificação e classificação dos SE. A estrutura hierárquica do CICES foi projetada de modo que as categorias em cada nível não se sobreponham e não haja redundância. As categorias nos níveis inferiores também herdam as propriedades ou características dos níveis acima

O suporte teórico-metodológico proposto por Haines-Young e Potschin (2013) segue uma estrutura hierárquica (Quadro 03) que permite a análise dos serviços em diferentes escalas, possibilitando ao usuário escolher o melhor nível de aplicação e é flexível para ser adaptado a diferentes realidades e condições. Para isto, teve-se como principal foco os serviços ou saídas finais dos ecossistemas, que as pessoas utilizem para consumo ou troca, afim de evitar duplicações na contagem (SOUZA et al., 2016).

Quadro 03 – Estrutura de hierárquica da Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES).

TEMA	CLASSE	GRUPOS
PROVISÃO	NUTRIÇÃO	Gêneros alimentícios criados vegetais e animais
		Gêneros alimentícios vegetais e animais de água doce
		Gêneros alimentícios vegetais e animais de origem marinha
		Água potável
	MATERIAIS	Materiais bióticos
		Materiais abióticos
	ENERGIA	Biocombustíveis renováveis
		Fonte de energia renovável abiótica
REGULAÇÃO/ MANUTENÇÃO	REGULAÇÃO DE RESÍDUOS	Biorremediação
		Diluição e sequestro
	REGULAÇÃO DE FLUXO	Regulação do fluxo de ar
		Regulação do fluxo de água
		Regulação do fluxo de massa
	REGULAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO	Regulação Atmosférica
		Regulação da qualidade de água
		Regulação da qualidade da pedogênese e do solo
	REGULAÇÃO DO AMBIENTE BIÓTICO	Manutenção do ciclo de vida e proteção de habitat
		Controle de praga e doenças
		Proteção ao conjunto de genético
CULTURAIS	SIMBÓLICO	Estético, patrimônio
		Religioso e espiritual
	INTELLECTUAL E EXPERIENCIAL	Recreação e atividades comunitárias
		Informação e conhecimento

Fonte: Traduzido de Haines-Young; Potschin (2013).

A utilização da CICES nesta pesquisa se justifica pela flexibilidade que esta apresenta as diferentes realidades geográficas, conforme vem sendo utilizada em diversas pesquisas (MACEDO et al., 20017; RABELO, 2014; SANTOS et al., 2017; SOUZA et al., 2016), permitindo a utilização do nível mais adequado ao estudo, neste caso, os serviços finais de provisão prestados pelo Manguezal do Rio Tijupá, Ilha do Maranhão

### 1.1.2. A Geografia na abordagem dos Serviços Ecossistêmicos

A abordagem dos serviços ecossistêmicos foi discutida inicialmente por economistas e ecólogos. A inclusão desta abordagem pelos geógrafos, ainda é um importante passo para avançar na discussão dos SE. A ciência geográfica pode contribuir, no sentido de compreender as relações espaciais entre os serviços e o bem estar social, de como os contextos geográficos influenciam na dinâmica de oferta dos SE (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2011)

Limburg e Folke (1999) consideram que as relações de interdependência dos processos ecológicos, faz com que a análise dos SE necessite de uma compreensão integrada dos elementos que compõe o ecossistema e do contexto que estão inseridos. É necessária uma compreensão mais ampla dessas relações mútuas e dos desdobramentos espaciais e temporais da ação humana sobre os ecossistemas (ANDRADE; ROMEIRO, 2013).

Nesta perspectiva, Potschin e Haines-Young (2011), consideram que a ciência geográfica está apta a colaborar na abordagem dos serviços ecossistêmicos, visto que esta possui uma perspectiva que explora as relações espaciais entre a sociedade e o ambiente, e desta maneira busca compreender os processos sociais e físicos no contexto dos lugares e regiões. Alguns cientistas e especialistas em sistemas ecológicos discutem que o desafio é relacionar cientificamente causa e efeito quando a relação é espacial.

De acordo com Boyd (2008) essas relações espaciais explicam porque uma ação em um determinado local, afeta a produção dos serviços ecossistêmicos em outro. O autor afirma ainda que a maneira de avaliar as relações de causa e efeito nos ecossistemas e através do contexto espacial que envolve os processos biofísicos.

Haynes-Young e Potschin (2011) enfatizam que é necessário mostrar como a estrutura e a dinâmica dos sistemas ambientais variam de acordo com a localização geográfica, para compreender de que maneira o contexto espacial afeta as formas de uso e os valores atribuídos pela sociedade. A diversidade e a produção dos SE pode variar de acordo com o contexto geográfico que está inserido e a diversidade dos elementos (bióticos e abióticos) presentes, que irá condicionar a estrutura para produção destes.

Ao falar da construção geográfica das sociedades, Moreira (2009) apresenta a seletividade e a diversidade como um dos elementos que condicionam os diferentes modos de vida relacionada a disponibilidade e forma de uso dos recursos, destacando que

o binômio localização-distribuição imprime o caráter geográfico da configuração do espaço:

A seletividade é uma expressão direta e combinada dos princípios da localização e da distribuição. Por meio da localização, elege-se a melhor possibilidade de fixação locacional das espécies de plantas e animais triadas pela seletividade. Por meio da distribuição, elege-se a configuração de lugares que melhor diversifique este espaço. (...) A variedade hídrica, topográfica, do solo, da flora e da fauna, das casas, das culturas e dos caminhos, orienta a seletividade no sentido da diversidade. E esse sentido da diversidade que conduz o processo do povoamento dos espaços para a multiplicação dos gêneros e modos de vida (...). (MOREIRA, 2009, p. 2-4).

Todavia, a diversidade dos ambientes é condicionada pela disponibilidade dos fatores bióticos e abióticos, assim como as formas de uso e exploração dos recursos é condicionada pela disponibilidade destes fatores. De maneira associadas, esta diversidade também é condicionada nível de acesso da sociedade aos meios técnicos de transformação da matéria e adaptação ao meio. Fatores estes que são importantes para compreender a dinâmica de oferta dos Serviços Ecossistêmicos.

Bastian, Grunewald e Khorshev (2015) fala da necessidade de delimitação de unidades biofísicas homogêneas para a amostragem, análise e atribuição de dados, bem como avaliação e modelagem dos SE. Estas unidades devem estar relacionadas a escalas relevantes para o planejamento, nas quais os serviços podem depender das propriedades internas e também dos efeitos causados pelas interações entre elas.

É necessário salientar que a compartimentação do ambiente em unidades leva em consideração, as características comuns que um fragmento apresenta de acordo com a diversidade do ambiente, onde, estas unidades se individualizam pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos, pelo arranjo estrutural ou pelo tipo de litologia (ROSS, 1992).

Desta maneira, a delimitação de unidades geoambientais pode contribuir para identificação e classificação dos SE, permitindo identificar os elementos e processos que ocorrem dentro das unidades e como eles influenciam nos serviços, potencializando ou limitando a oferta destes, conforme estudo realizado por Macedo et al. (2017).

Especificamente, no caso do manguezal, este pode ser estruturado como um *continuum* de feições de acordo com as características específicas existentes em cada zona, classificadas como apicum, bosque de mangue e lavado (SCHAEFFER-NOVELLI; VALE; CITRÓN, 2015). Com relação as áreas de apicum, estas adquirem uma significativa diferenciação em relação às áreas de bosque de mangue por serem caracterizadas pelo elevado teor de sal, o que limita o desenvolvimento da flora vascular e

diversidade da fauna (HADLICH; UCHA; CELINO, 2008), logo o fornecimento de serviços relacionados a provisão de alimentos nesta feição é potencialmente limitado.

Relacionar os aspectos abióticos em um ecossistema onde a biodiversidade se destaca de forma mais visível, é essencial para pensar a gestão de áreas de manguezal de forma mais integrada. Posto que os elementos abióticos mesmo não sendo o fator que visualmente mais se destaca nestes ambientes, desempenha papel importante para a prestação dos serviços (RABELO et al., 2017)

A compartimentação do ambiente em unidades, auxilia na compreensão de como ocorre a interação entre os elementos abióticos e bióticos (clima, relevo, geologia, solos, fauna e flora, hidrografia e as atividades antrópicas) dentro das unidades geoambientais. Para este estudo, as feições que constituem a estrutura do manguezal (apicum, bosque de mangue e lavado) serão consideradas como unidades geoambientais, posto que apresentam características que as diferenciam uma das outras.

Através da caracterização e análise integrada dos elementos que constituem as unidades geoambientais é possível, identificar os processos e serviços prestados por elas, assim como as formas de uso pelas comunidades. A abordagem integrada aponta para a necessidade de considerar em uma análise geográfica, os elementos do meio natural, os fatores econômicos e sociais sobre uma perspectiva de relações interdependentes (CAVALVCANTI, 2013).

Para os serviços ecossistêmicos a compreensão da complexidade destas relações entre os processos de funcionamento dos ecossistemas (que envolve fatores abióticos e bióticos) e as atividades humanas são importantes, no que tange a oferta, avaliação e valoração dos serviços (BASTIAN; GRUNEWALD; KHORSHEV, 2015).

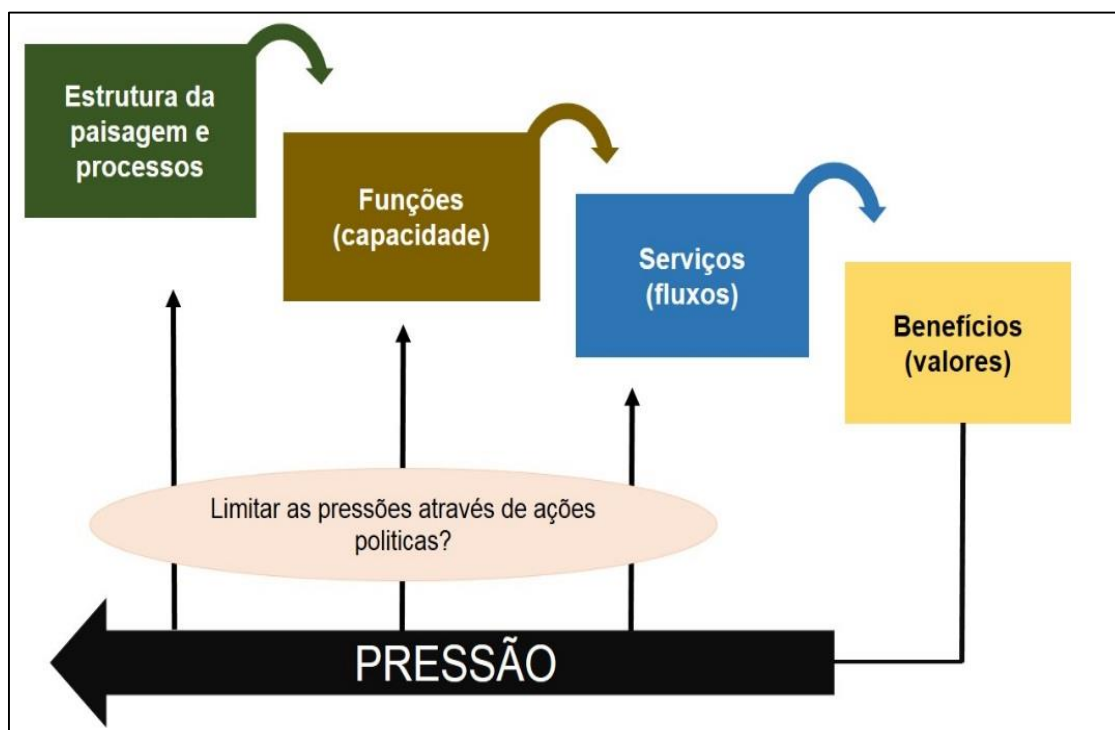
Dentro desta perspectiva Haines-Young e Potschin (2010; 2011) propuseram um modelo de cascata para avaliar os serviços ecossistêmicos, que tem como ideia central que as abordagens integradoras para serem eficazes, precisam ser inter ou transdisciplinares, e que nenhum componente deve ser analisado individualmente.

Haines-Young e Potschin (2010; 2011) defendem que a partir da identificação dos serviços é possível reconhecer os processos mais significativos e assim elaborar medidas de gestão adaptáveis e específicas. Sendo necessário compreender o contexto espacial, os usos e valores atribuídos e a estrutura e dinâmica dos ecossistemas. A



proposta do modelo de cascata (Figura 03) exige uma abordagem sistêmica, ao enfatizar a necessidade de analisar todos os componentes em uma perspectiva integrada.

Figura 03 – Modelo de cascata proposto para avaliação do Serviços Ecosistêmicos.



Fonte: Adaptado Haynes-Young e Potschin (2010; 2011).

A delimitação e caracterização de unidades geoambientais e a utilização de abordagens integradoras são essenciais para aprofundar nas discussões sobre os serviços ecossistêmicos e a contribuição da ciência geográfica nesta abordagem. Contudo, são necessários estudos mais direcionados do papel da Geografia e suas contribuições teóricas e aplicadas, explorando os conceitos e ferramentas fornecidos por esta ciência para o avanço das pesquisas em SE.

Para este estudo foi aplicada a compartimentação do manguezal em unidades geoambientais (ROSS, 1992), baseada no *continuum* de feições proposto por Schaeffer-Novelli, Vale e Cintrón (2015), apicum, bosque de mangue e lavado. No intuito de compreender a relação entre as unidades geoambientais e a oferta dos serviços ecossistêmicos, e a distribuição espacial destes na área de estudo, como na pesquisa de Macedo et al., (2017) sobre a relação entre unidades geoambientais e SE no município de São Miguel do Gostoso – Rio Grande do Norte.

### 1.1.3. Mapeamento de Serviços Ecossistêmicos

A geotecnologia é uma importante ferramenta para auxiliar nos estudos de análise ambiental, pois oferecem uma gama de possibilidades que podem facilitar a sistematização de dados, modelagem de variáveis, extração de atributos de imagens de satélites, mapeamento, espacialização de dados e as representações cartográficas. Esta ferramenta fornece produtos que dão suporte para o desenvolvimento de materiais que permitem a visualização rápida de alterações na paisagem, mudança de fluxos e outros, que são fundamentais para análise dos SE (BURKHARD; MAES, 2017).

Para entender a prestação de serviços de ecossistema em um contexto espacial, há uma necessidade de identificar tanto onde os serviços são gerados e onde eles são usados. Consequentemente, foram desenvolvidos vários métodos para mapear a oferta e a procura de serviços ecossistêmicos. Isso resultou em um número crescente de ferramentas e sistemas de apoio à decisão que podem ser usados para mapear os serviços dos ecossistemas. (MAES; CROSSMAN; BURKHARD, 2016).

Mapas de SE são elaborados por vários objetivos, estes incluem conscientização, apoio à decisão, avaliação dos serviços, definição de áreas prioritárias para conservação, valoração do capital natural, gestão econômica dos recursos e análise espacial. Os requisitos para realização de um mapeamento consistente dependem da disponibilidade dos dados e das decisões que serão baseadas nele (JACOBS; VERHEYDEN; DENDOCKER, 2017).

Através do mapeamento é possível identificar ainda, as áreas potencialmente prestadoras de SE, além de permitir indicar as áreas mais suscetíveis as pressões antrópicas e qual serviço será mais afetado. Outra importante contribuição, é a possibilidade de calcular perdas e ganhos na capacidade dos ecossistemas na oferta dos serviços ecossistêmicos.

Porém, a disponibilidade de dados confiáveis e atualizados das propriedades dos ecossistemas, é o grande desafio para mapear os serviços ecossistêmicos, estes são responsáveis por descrever as características, a estrutura e os processos do sistema. Os dados são referentes ao estado de saúde e aos elementos que integram o ecossistema, o que determina sua capacidade de gerar serviços (SYRBE et al., 2017).

Na discussão sobre os desafios do mapeamento de SE, este procedimento geralmente é visto como um problema estático tridimensional onde o espaço e o valor de

um determinado serviço ecossistêmico são referidos como os principais fatores de análise. O problema com essas avaliações é que elas geralmente consideram que o valor de um SE em um determinado local é estável no tempo ou já integra os efeitos dos processos/ciclos ecológicos subjacentes (GUERRA; ALKEMADE; MAES, 2017).

Uma das bases mais utilizadas nos mapeamentos de serviços é o uso e a cobertura da terra, além de características como densidade da vegetação, produção de biomassa, condições de borda, conexão e forma de áreas também podem ser dados complementares para integrar o mapeamento e as análises destas produções cartográficas (BURKHARD; MAES, 2017).

De acordo com Maes et al. (2012) a utilização do uso e cobertura como base do mapeamento são apropriadas em grandes escalas, para áreas onde o SE dominante se relaciona diretamente com o uso da terra, por exemplo, produção de culturas e madeira, ou onde a disponibilidade de dados é limitada e onde o foco está na presença pressuposta de um determinado SE ao invés da quantificação da oferta.

Abordagens de mapeamento mais integradas baseiam-se na aplicação de modelos de ecossistemas baseados em processos dinâmicos (MORALES et al., 2005; SCHROTER et al., 2005) ou modelos que estimam funções de produção ecológicas. Tais abordagens de mapeamento levam em consideração os mecanismos subjacentes que impulsionam a prestação de serviços dos ecossistemas, portanto, são mais propensos a produzir mudanças realistas no fornecimento de SE, mas necessitam de investimentos significativos em termos de aquisição de dados e conhecimento específicos (MAES et al., 2012).

A aplicação de uma abordagem integradora pressupõe que os ecossistemas estão subjacentes a maioria dos SE produzidos, o que pode ser imaginado como unidades de fornecimento de serviços. Para fins de mapeamento, esta deve ser considerada como uma unidade espacial. Isso abre o caminho para a aplicação de métodos de avaliação geográfica em escala de paisagem com base em unidades correspondentes à área de influência (WALZ; SYBRE; GRUNEWALD, 2017).

Na medida em que ambientes prestadores de serviços ecossistêmicos incluem muitas vezes um mosaico de ecossistemas, a melhor maneira de mapeá-las é como unidades espaciais ecológicas homogêneas, (por exemplo, corpos d'água, bosques de

vegetação, unidades geoambientais) ou como área de influência dos respectivos processos – por exemplo, áreas de captação, planícies flúvio-marinhas (op cit.).

Uma importante informação para integrar os mapeamentos, é a delimitação de unidades geoambientais, posto que através da caracterização destas unidades informações mais específicas são levantadas, permitindo distinguir espacialmente os serviços ecossistêmicos prestados por cada compartimento do ecossistema, identificar elementos abióticos que potencializam ou limitam o fornecimento dos SE, posto que são geralmente ligados a biota.

Por sua vez, o mapeamento dos SE de provisão é essencial, pois estes desempenham um papel fundamental nas atividades econômicas, desde a escala local até a escala global. Informações sobre a distribuição e a intensidade da oferta e demanda destes serviços são imprescindíveis para a gestão sustentável do uso do solo, de ecossistemas costeiros e para elaboração de políticas (MAES et al., 2012). Quanto mais importante é um SE, por exemplo, alimento, maior a necessidade de obter informações sobre ele (KRUSE; PETZ, 2017).

Um dos métodos de mapeamento é a abordagem da matriz de serviços ecossistêmicos, que liga estes a unidades geoambientais delimitadas (BURKHARD, 2014; MACEDO et al., 2017). Posteriormente, seu fornecimento, fluxo e/ou demanda são classificados usando uma escala relativa. Este método tem o potencial de integrar todos os tipos de dados relacionados aos serviços, que podem ser identificados, podendo ser aplicados em áreas com uma vasta disponibilização de dados, assim como, em locais onde não há dados produzidos (BURKHARD, 2017).

Na abordagem da matriz de SE a possibilidade de integrar outros dados permite agregar a análise do mapeamento, as informações coletadas *in loco*, através de atividades de campo e aplicação de entrevistas, onde os usuários dos serviços podem fornecer informações mais reais e atuais sobre dinâmica dos SE, como temporalidade, localização, o nível de dependência, as espécies da biota mais consumidas, como no caso dos serviços de provisão.

A abordagem dos SE é um campo integrativo, multi, inter e transdisciplinar, portanto é necessário agregar múltiplas abordagens, métodos e dados que potencializem os resultados esperados para os objetivos do mapeamento. Desta maneira o mapeamento torna-se uma importante ferramenta de subsidio a análise e modelagem dos SE.

## 1.2. O Manguezal

### 1.2.1. Ecologia de manguezal

O manguezal caracteriza-se como uma das áreas úmidas de elevada importância ecológica e social (SCOTT; JONES, 1995; JUNK et al., 2014). Eles se desenvolvem em latitudes subtropicais e tropicais, com sua distribuição global mais delimitada pelas principais correntes oceânicas e a isoterma de 20°C da água do mar. Embora possam sobreviver a temperaturas do ar tão baixas quanto 5°C, os manguezais são intolerantes à geada (HOGARTH, 2007; ALONGI, 2009).

Caracterizados por diversos processos ecológicos que resultam na intensa produção de matéria orgânica, que compõe a base alimentar para várias espécies, este ambiente funciona também como estabilizador de sedimentos, protetor da linha de costa, fonte de renda para comunidades ribeirinhas (Figura 04), habitat para crustáceos e de berçário ecológico (SCHÄFFER-NOVELLI, 1995; 2015).

Figura 04 – Área de manguezal no rio Tibiri, Ilha do Maranhão.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

A distribuição desse ecossistema em escala global está dividida em dois centros de diversidade: o oriental (Austrália, Sudeste Asiático, Índia, África Oriental e Pacífico Ocidental), e o grupo ocidental (África Ocidental, Caribe, Flórida, América do Sul e Norte, Sul do Pacífico). Há uma predominância de distribuição dos manguezais tanto para o continente americano na costa leste, como para o africano na costa oeste (SPALDING et al., 1997).

No Brasil, o manguezal ocorre por todo o litoral, tendo como limite ao norte o Cabo Orange (04°30'N), onde a precipitação média anual é de 3.250 mm, e as temperaturas são elevadas o ano todo, condicionando seu desenvolvimento máximo, e ao sul a região de Laguna (28°30'S), em Santa Catarina, onde a temperatura média anual para o mês mais frio é de 15,7°C, abaixo da qual não há condições propícias ao seu desenvolvimento (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990).

Os elementos que controlam a distribuição do manguezal estão relacionados ao clima, salinidade, flutuação da maré, fluxo sedimentar e energia de ondas. No que se refere ao clima, são intolerantes a temperaturas muito frias e secas, já a salinidade é responsável por eliminar a ocorrência de outras espécies não adaptadas a este tipo de ambiente. A oscilação da maré condiciona a entrada de água salgada no estuário, transporte de sedimentos, o nivelamento do solo e do teor de sal e as áreas com baixa energia de ondas permitem o melhor desenvolvimento do manguezal (LUGO; SNEDAKER, 1974; TOMLINSON, 1986; ALONGI, 2009).

A produtividade deste ecossistema é sustentada por processos biogeoquímicos e contínua ciclagem de matéria, impulsionados por fatores biológicos e físicos. Estes controlam as taxas de importação e exportação de matéria. Os principais fatores biológicos envolvidos nestes processos são a queda das folhas das árvores sobre o substrato, decomposição da matéria através dos organismos, absorção mineral, atividades da fauna, e os fatores físicos, a dinâmica da maré, o escoamento e o clima (LUGO; SNEDAKER, 1974).

Fotossíntese, atividades metabólicas, acúmulo e liberação de carbono e fixação de fósforo são importantes processos para manutenção do funcionamento do manguezal. Quaisquer alterações da direção ou intensidades destes fluxos, podem provocar distúrbios na estrutura trófica desses ecossistemas, na produção de biomassa e refletir nos benefícios usados pela sociedade (LACERDA et al., 1995; LUGO; SNEDAKER, 1974; ALONGI, 2009).

No que se refere a zonação das espécies nestes ambientes, a hipótese mais aceitável é que esta não represente uma sequência sucessional e sim o resultado de todos os agentes externos atuando sobre o ecossistema. Sendo provável que em períodos de elevação do nível do mar ou grande descarga hídrica, o manguezal migre em direção do continente, ou se afastem (LUGO; SNEDAKER, 1974).



As espécies vegetais do manguezal apresentam aspectos fisionômicos e morfológicos diferenciados, estes aspectos incluem raízes aéreas (Figura 05), embriões vivíparos, dispersão de propágulos por maré, ausência frequente de um sub-bosque, ausência frequente de anéis de crescimento anual, mecanismos altamente eficientes para a retenção de nutrientes e mecanismos fisiológicos para tolerar sal (ALONGI, 2009).

Figura 05 – Raízes aéreas em um bosque de *R. mangle*, rio Tijupá.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Duas famílias vegetais predominam nos manguezais do mundo, *Avicenniaceae* e *Rhizophoraceae* (HOGARTH, 2007). No Brasil, as espécies de mangue pertencem a três gêneros, contando um total de 6 espécies. As espécies encontradas no litoral brasileiro são: *Rhizophora mangle*, *R. hacemosa*, *R. harrisonii* (mangue vermelho), *Avicennia germinans*, *A. schaueriana* (mangue preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue branco). (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990).

Devido as condições a que estão submetidas, as plantas apresentam adaptações para sua reprodução, dentre elas a polinização, produção de propágulos e dispersão (HOGARTH, 2007). As espécies vegetais do manguezal apresentam duas maneiras de reprodução: a hidrocoria e a viviparidade. Uma está relacionada a dispersão dos propágulos, sementes e frutos por água, e a outra, refere-se a condição de germinação do embrião ainda preso à estrutura da planta (TOMLINSON, 1986).

A fauna do manguezal e marismas tem sua origem nos ambientes terrestre, marinho e de água doce, permanecendo nesses ecossistemas toda sua vida como residentes ou apenas parte dela, na condição de semi-residentes, visitantes regulares ou oportunistas (Figura 06). Seja qual for a condição, esses animais estão sempre intimamente associados e dependentes desses ecossistemas (SCHAEFFER-NOVELLI, 2015).

Figura 06 – Aves migratórias alimentando-se da fauna presente no substrato do manguezal, rio Tijupá – Ilha do Maranhão.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

No manguezal, a zona influenciada pela oscilação da maré é dominada por crustáceos, e a maior parte da fauna vem do ambiente marinho como moluscos, crustáceos e peixes, porém ocorre a contribuição do aporte fluvial (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). A distribuição da fauna no manguezal é influenciada por fatores como a resistência à perda de água, disponibilidade de locais que ofereçam proteção a luz solar, nível do lençol freático, o grau de consolidação do substrato, a disponibilidade de detritos orgânicos para consumo, diferenças de salinidade e gradientes de oxigênio (MACNAE, 1967; LUGO; SNEDAKER, 1974; WALSH, 1973).

A fauna do manguezal apresenta uma importância ecológica e social (Figura 07). Ecológica, pois algumas espécies, como os escavadores (ex. caranguejos) auxiliam no processo de decomposição dos materiais orgânicos e permitem a oxigenação do



substrato, através de “buracos” e “tocas” abertas no substrato (SCHEFFER-NOVELLI, 2015). É social, pois serve como fonte de consumo e renda para comunidades que extraem do manguezal os recursos necessários para sua subsistência (MOCHEL, 2001).

Figura 07 – Representação da importância social e ecológica do caranguejo.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

#### 1.2.2. Processos e Interações no Manguezal.

As intervenções provocadas pela ação humana nos ecossistemas têm provocado alterações nas funcionalidades e comprometido a prestação dos SE, e o manguezal é um dos mais afetados pelas atividades humanas (BARBIER et al., 2011). Caracterizado como uma das áreas úmidas de elevada importância ecológica, o manguezal é um ambiente de intensa produtividade biológica, sendo fonte de renda e subsistência para muitas comunidades através, protetor da zona costeira, armazenador de carbono, entre outros (BRANDER et al., 2012; JUNK et al., 2014; SCOTT; JONES, 1995).

É importante compreender o grau de desenvolvimento ou de complexidade que um manguezal pode alcançar através dos fatores externos (abióticos) que incidem sobre o sistema e o regulam. As forças são de natureza atmosférica, hidrográfica, oceanográfica e geológica, e irá determinar qual local é favorável para o desenvolvimento do ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015).

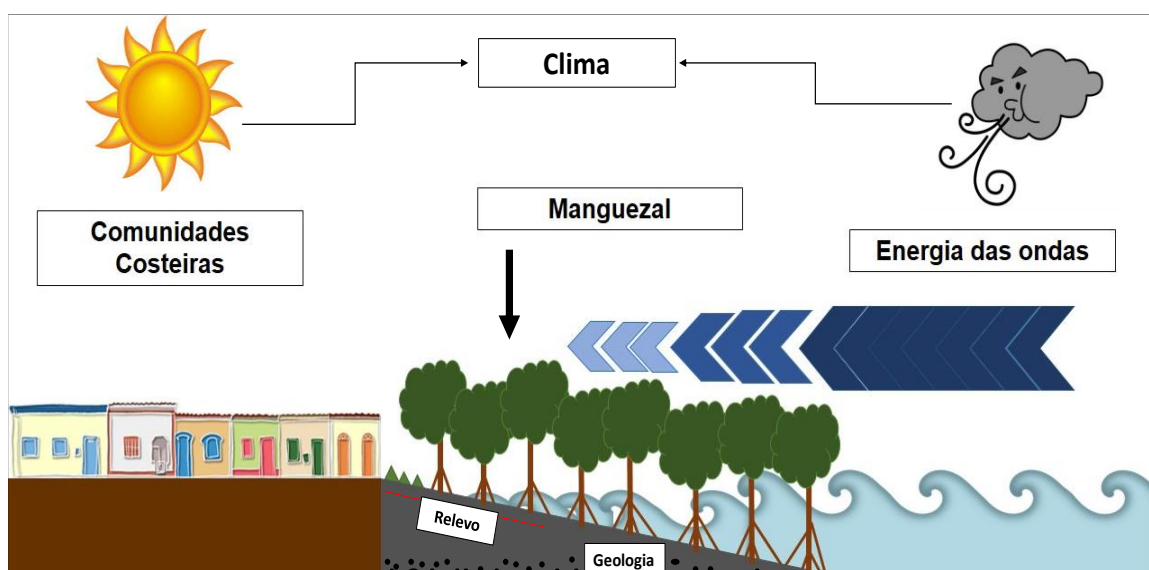
No ambiente do manguezal atuam muitas forças, de diferentes intensidades e frequências, sendo altamente subsidiadas por fontes externas de energia, provenientes da energia do Sol que se reflete nas condições climáticas de um bosque. A ação das marés, das precipitações, dos aportes de água doce e salgada, dos inputs de sedimentos fluviais

e marinhos são captadas pelas espécies vegetais presentes no ambiente e transformadas em estrutura florestal (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015).

Autores como Gray (2004), Brilha (2005) e Gray, Gordon e Brown (2013), tem destacado a importância de considerar a diversidade das características abióticas do ambiente para fins de conservação, e sua contribuição para a prestação dos serviços dos ecossistemas. Gray, Gordon e Brown (2013), ao definirem os serviços abióticos prestados aos ecossistemas, despertam a importância dos elementos abióticos para a oferta de SE.

Os Serviços Ecossistêmicos prestados pelo manguezal para sociedade são resultantes da combinação de processos envolvendo a natureza biótica e abiótica do ecossistema. Contudo, para que seja possível a manutenção da produtividade, o manguezal depende (Figura 08) do aporte de sedimentos fluviais e marinhos, oscilações da maré, redução da energia de ondas, relevo plano, elementos relacionados diretamente a natureza abiótica (LACERDA, 2001).

Figura 08 – Esquema de representação da interação entre os elementos no manguezal.



Fonte: Rabelo et al. (2017).

Logo, tem-se um cenário em que fica evidente a influência de fatores geológicos, geomorfológicos, climáticos e oceanográficos na oferta destes SE, posto que a dinâmica e manutenção deste ecossistema está diretamente relacionada a estas forças naturais externas ao manguezal (TOMLINSON, 1986).

Alguns estudos apresentam de a relação entre os elementos abióticos e bióticos, pesquisas realizadas no México, Mouton e Felder (1996) concluíram que a distribuição espacial dos caranguejos do gênero *Uca* está altamente relacionada com as características do sedimento.

Corroborando a esta colocação de que a distribuição dos caranguejos está relacionada às características dos sedimentos, estudos realizados em áreas de manguezais no norte do Brasil por Kock, Wolff e Diele (2005), afirmam que a morfologia dos apêndices alimentares destas espécies está adaptada ao manuseio do substrato, variando entre as espécies de acordo com a quantidade de material orgânico no substrato em que vivem.

Os fatores oceanográficos relacionados à oscilação da maré e à energia das ondas são importantes fatores controladores na ocorrência e manutenção deste ecossistema. As variações na amplitude de maré permitem o avanço da cunha salina no estuário sobre o substrato do manguezal, nivelamento do solo e do teor de sal, transporte de sedimentos e nutrientes do ambiente marinho (TOMLINSON, 1986).

Quanto às ondas, o manguezal se desenvolve melhor em áreas com baixa energia de ondas, pois ondas fortes retiram as plântulas estabelecidas para germinação e interferem no processo de sedimentação na planície, devido a agitação intensa dos sedimentos (LUGO; SNEDAKER, 1974; TOMLINSON, 1986).

O manguezal ocorre sobre formas de relevo plano, mais especificamente de planícies flúvio-marinhas, que geomorfologicamente são áreas de baixa cota altimétrica em relação ao nível médio do mar ( $< 1\text{m}$ ), contribuindo principalmente para dissolução da água salgada em contato com a doce, combinação química homogênea necessária a ocorrências destes ambientes (MIRANDA et al., 2002).

O clima é um dos elementos que exerce influência sobre o aporte fluvial, aporte de nutrientes e os gradientes de salinidade. Esses aspectos são regulados por temperatura, pluviosidade e evapotranspiração que variam de acordo com as características climáticas.

Por exemplo, no litoral do Rio Grande do Norte as diferentes características climáticas para litoral setentrional e oriental do Estado, influenciam diretamente nas formas de ocorrência e nas condições das planícies flúvio-marinhas em ambos litorais (GUEDES; SANTOS; CESTARO, 2016).

No setentrional o clima árido do Rio Grande do Norte, elevadas taxas de evapotranspiração e aporte fluvial reduzido, resultam na ocorrência de planícies hipersalinas, que limitam o desenvolvimento do manguezal, enquanto que no litoral oriental a ocorrência do clima sub-úmido, taxas de evapotranspiração baixas e maior descarga fluvial, resultam em planície com a salinidade equilibrada, possibilitando o desenvolvimento do manguezal (GUEDES; SANTOS; CESTARO, 2016).

Para compreender a dependência e a interrelação entre os componentes naturais e a sociedade é preciso considerar como se dão as interações dentro dos sistemas naturais e de que forma elas afetam as atividades antrópicas e vice-versa. Conhecer e compreender as relações interdependentes entre fatores exógenos e endógenos, materiais abióticos e bióticos, possibilita explicar a dinâmica natural dos ambientes e como elas influenciam nos usos da sociedade.

A sistematização destas informações é primordial para estudos de áreas de manguezais de forma mais holística e para compreender a prestação de seus serviços para o ambiente, incluindo o homem e as outras formas de vida terrestre que estão associadas direta e indiretamente a estes ambientes

Santos, Rabelo e Costa (2017) propuseram uma matriz (Quadro 04) que apresenta os elementos abióticos e como eles influenciam na dinâmica do manguezal, condicionando as formas de uso dos serviços ecossistêmicos pela sociedade. Compreender a relevância das características abióticas na produção dos serviços é necessária para avaliar como fatores abióticos potencializam ou limitam a diversidade e oferta dos SE, e como isto influenciará na extração dos recursos neste ambiente.

Relacionar os aspectos abióticos em um ecossistema onde a biota se destaca de como o principal recurso extraído como fonte de renda e de subsistência, é essencial para pensar a gestão do manguezal de forma mais completa, posto que os elementos abióticos mesmo não sendo o fator que visualmente mais se destaca nestes ambientes, desempenha papel importante para estes ecossistemas (SANTOS; RABELO; COSTA, 2017).

Quadro 04 – Matriz representando a relação entre os fatores abióticos, a dinâmica do manguezal e os serviços ecossistêmicos.

ELEMENTOS ABIÓTICOS	FATORES	INFLUÊNCIA NO MANGUEZAL	SERVIÇOS INFLUENCIADOS
CLIMA	Temperatura	- Condicionam a diversidade e ocorrência da flora e fauna.	- Pesca, coleta de caranguejo e mariscos, extração de madeira; regulação climática.
	Pluviosidade		
	Evapotranspiração		
GEOLOGIA	Sedimentos	- Devido a sua estrutura, favorecem: os processos biológicos e geoquímicos; a sedimentação para formação do substrato; incorporação da matéria orgânica; diversidade de espécies de caranguejo.	- Acúmulo de carbono; manter populações e habitats de berçário; coleta de caranguejo.
RELEVO	Topografia	- O relevo plano favorece a diminuição da força das águas, permitindo a dissolução da água salgada; e a deposição de sedimentos finos (areia, silte e argila) para formação das planícies maré.	- Estabilização e controle de taxas de erosão; proteção da linha de costa.
OCEANOGRAFIA	Ondas	- A baixa energia de ondas favorece o desenvolvimento deste ecossistema.	- Recuperação das áreas de manguezal degradado através da utilização de propágulos.
	Maré	- Entrada de água salgada no estuário; renovação da água e do oxigênio; aporte de nutrientes; manutenção dos níveis de sal.	- Pesca, diluição de substâncias provenientes do despejo de esgotos; criação de mariscos.
	Salinidade	- Limita a ocorrência das glicófitas; necessário para processos fisiológicos das halófitas; quando se apresenta em altos níveis no solo, limita o desenvolvimento estrutural do manguezal.	- Utilização das plantas do mangue para alimentar gado; os serviços de provisão de pesca são limitados pela menor diversidade da fauna (ambientes hipersalinos).
HIDROGRAFIA	Aporte fluvial	- Dissolução da água salgada; aporte de sedimentos e nutrientes.	- Diversidade de fauna e flora do manguezal.

Fonte: Santos; Rabelo; Costa (2017).

### 1.2.3. Serviços Ecossistêmicos e o Manguezal

O manguezal apresenta uma diversidade de serviços ecossistêmicos. Mukherjee et al. (2014), Barbier et al. (2011) e Brander et al. (2012) identificam alguns dos SE prestados por este ecossistema, como a pesca, a proteção costeira, produção de madeira, indicador de risco ambiental, armazenamento de carbono, valor estético, provisão de alimentos, turismo e recreação, redução da poluição, produção de mel, bio-remediação através da água, recursos energéticos, forragem, produtos farmacêuticos, entre outros.

Além dos serviços de regulação/manutenção e provisão, bastante estudados, os resultados de pesquisas mais recentes realizadas a partir da percepção humana dos SE dos manguezais, apontam para uma gama de serviços culturais (QUEIROZ, MEIRELES; HERAS, 2012).

Tais dimensões socioambientais destes ecossistemas costeiros foram subestimadas pela literatura científica, estes serviços foram definidos de modo a evidenciar as vinculações simbólicas e materiais entre os SE e as comunidades tradicionais e étnicas, como produção de instrumentos musicais, poesias e remédios tradicionais (QUEIROZ, MEIRELES; HERAS, 2012)

Os Serviços de Provisão, segundo Haines-Young e Potschin (2011) incluem todos as saídas materiais e energéticas dos ecossistemas, ou seja, os bens tangíveis que podem ser trocados ou negociados, consumidos ou usados diretamente na fabricação de outros produtos.

No que se refere aos SE de provisão prestados pelo ecossistema manguezal, estes são muito importantes no contexto socioeconômico de comunidades ribeirinhas, que dependem do pescado e de outros materiais para realização de atividades domésticas e de subsistência (MOCHEL, 2011). No Quadro 05 são apresentados alguns tipos de SE de provisão prestados pelo manguezal.

Além dos serviços convencionais relacionados à nutrição, é importante destacar os materiais produzidos pelo manguezal, utilizados pelas comunidades para outros fins, como é o caso do tanino. De acordo com Paes et al. (2010), os taninos podem representar de 2 a 40% da massa seca de diversas espécies florestais, no caso do manguezal.

Quadro 05 - Serviços de provisão prestados pelo ecossistema manguezal.

D*.	GRUPO	CLASSE	TIPOS	REFERÊNCIA
<b>N<sup>1</sup></b>	Biomassa	Plantas silvestres, algas e suas saídas	Folhas de mangue	Mochel et al. (2001); Guedes, Cestaro e Costa (2017)
		Animais selvagens e seus resultados	Produção de mel	Mochel (1997; 2011); Mochel et al. (2001)
		Plantas e algas de aquacultura in-situ	Cultivo de microalgas	Brasil (2003)
		Animais de aquicultura in-situ	Criação de camarão, ostras, sururu	França et al. (2013)
<b>M<sup>2</sup></b>	Biomassa	Fibras e outros materiais de plantas, algas e animais para uso direto ou transformação	Extração de tanino	Moucherek Filho et al. (2003).
		Materiais genéticos da biota	Utilização de propágulos para recuperação em áreas degradadas no ecossistema	Moraes et al. (2010); Mochel et al. (2001)
	Água	Água de superfície para fins não potáveis	Estabilidade ecológica, equilíbrio geoquímico; limpar a folhagem	Lacerda, (2001)
<b>E<sup>3</sup></b>	Fontes de energia a partir de biomassa	Recurso a base de plantas	Utilização da lenha e carvão vegetal em olarias, padarias e fins domésticos	Mochel et al., (1997)
<p>* <b>D</b> – Divisão;</p> <p><sup>1</sup> <b>N</b> – Nutrição;</p> <p><sup>2</sup> <b>M</b> – Materiais;</p> <p><sup>3</sup> <b>E</b> – Energia</p>				

Fonte: Adaptado de Sousa et al. (2016).

De Groot et al. (2002) e Haines – Yong e Potschin (2010) se referem a estes serviços como a capacidade dos ecossistemas naturais e semi-naturais regular os sistemas e processos ecológicos essenciais para dar suporte à vida como ciclos biogeoquímicos e outros processos da biosfera. Os autores ainda enfatizam que essas funções de regulação

fornece muitos serviços que trazem benefícios diretos e indiretos para os seres humanos, tais como: ar limpo, água, solo e serviços de controle biológico.

Os serviços de regulação (Quadro 06) por estarem relacionados principalmente a processos ecológicos de manutenção do equilíbrio dinâmico do ecossistema, resultam em benefícios, em sua maioria intangíveis, que para serem medidos precisam da disponibilização de um conjunto de variáveis (físicas, químicas e biológicas).

Estes não podem ser capturados com tanta facilidade, se comparados aos de provisão, porém são de extrema importância tanto para o funcionamento do sistema em escala local e global, quanto para proteção e prevenção de desastres (DE GROOT et al., 2002)

São diversos os serviços prestados pelo manguezal na categoria de regulação, por isso a importância de conhecer e compreender o máximo das interações existentes dentro do ecossistema. Estudo realizado por Paixão et al. (2007) verificou a relação entre a distribuição das espécies de caranguejo com as características sedimentológicas do substrato do mangue e a pluviosidade.

Quanto às condições da água, Nunes (2013) se dirige a estudar o fracionamento de fósforo nos sedimentos dos rios Bacanga e Anil, inseridos no ecossistema manguezal da Ilha do Maranhão, chegando a conclusões de que “Os sedimentos têm capacidade mais expressiva de adsorção de fosfato dentro dos parâmetros de isotermas, que podem atuar como um fator de mitigação contra a contribuição significativa de fósforo através de esgoto”.

Barbier et al. (2011) também destaca a importância econômica do manguezal como fonte de acúmulo de carbono. Em estudo realizado pela Empresa Brasileira de Agropecuária –EMBRAPA (CORRÊA; GALVÃO; BETTIOL, 2011), foi possível identificar microrganismos residentes no manguezal com capacidade de controlar a podridão radicular, causada por *Pythium aphanidermatum* (E. Fitzp). Os pesquisadores argumentam que:

A prospecção de agentes de controle biológico em manguezais para utilização em hidroponia é indicada, pois os microrganismos habitantes do mangue são adaptados às concentrações e flutuações de salinidade e aos baixos teores de oxigênio, características encontradas em sistemas hidropônicos. (CORRÊA, GALVÃO, BETTIOL, 2011, p. 11)



Quadro 06- Serviços de regulação prestados pelo ecossistema manguezal.

D*	GRUPO	CLASSE	TIPOS	REFERÊNCIAS
<sup>1</sup> M	Mediação pela biota	Bio-remediação por microrganismos, algas, plantas e animais	Uso de microrganismos autóctones ou espécies vegetais do mangue no processo de descontaminação do substrato;	Sousa et al., (2016)
		Filtração/sequestro/acumulação de microrganismos, algas, plantas e animais.	Fauna e flora absorvem e/ou acumulam nutrientes como nitrogênio, fósforo e carbono	Nogueira e Correia (2001); Paixão et al. (2007); Correia e Brandão (1974); Silva e Almeida (2002);
	Mediação pelo ecossistema	Filtração/Sequestro/armazenamento/Acumulação por ecossistemas	Regulação biológica;	Medeiros (2005)
		Diluição pela atmosfera, água doce e marinha	Controle de poluição causada por despejo de esgotos;	Macedo e Rocha (1984)
<sup>2</sup> M	Fluxo de massa	Estabilização e controle de taxas de erosão	Retenção dos sedimentos através das raízes; redução da energia das ondas	Barbier et. al., (2008); Oliveira e Mochel (1999)
		Tampão e atenuação dos fluxos de massa	Inundações periódicas da maré; transporte dos sedimentos	Bezerra (2008)
	Fluxos líquidos	Manutenção do ciclo hidrológico e do fluxo de água	Capacidade de manter os fluxos de abastecimento de água;	Bezerra (2014)
		Proteção contra inundações	Resistência do manguezal a elevações do nível do mar	Schaeffer-Novelli, Vale, Citrón (2015)
<sup>3</sup> M	Manutenção do ciclo de vida habitat e proteção conjunta de genes.	Manter populações e habitats de berçário	Ambiente de refúgio para reprodução da fauna	Carvalho Neta e Castro (2008)

	Controle de pragas e doenças	Controle de pragas	Controle biológico de podridões radiculares;	Corrêa, Galvão, Bettiol, (2011)
	Formação do solo e composição	Processos de Intemperismo	Vegetação conservada propicia condições para manter e conservar o substrato, evitando erosão e assoreamento	Oliveira e Mochel (1999)
		Processos de decomposição e de fixação		
	Condições da água	Condição químicas de águas doces	Variáveis físico-químicas que mantem as condições da água favoráveis.	Mochel et al. (2001); Nunes (2013);
		Condição químicas de águas salgadas		
	Composição atmosférica e regulação do clima	Regulação do clima global, redução das concentrações de gases de efeito estufa.	Acumulo de carbono	Barbier et al. (2011)
	<sup>1</sup> Mediação de resíduos, produtos tóxicos e outras perturbações; <sup>2</sup> Mediação dos fluxos <sup>3</sup> Manutenção das condições físicas, químicas e biológicas			

Fonte: Adaptado Sousa et al. (2016).

Os serviços culturais prestados pelo manguezal são pouco estudados, a maioria dos trabalhos estão ligada a bens de provisão e regulação devido ao seu elevado reconhecimento socioeconômico. Considerando as classes propostas por Haines-Young e Potschin (2010), os serviços culturais estão ligados a bens intangíveis, informacionais, educativos, saberes tradicionais e outros (Quadro 07).

No Maranhão há a confecção de instrumentos musicais utilizando madeira de mangue. De acordo com Ferretti (2009) e Mochel (2011) três tambores da ilha e do interior do Maranhão formam o conjunto conhecido como parelha, confeccionados com madeira de mangue e outra como: sororó, pau d'arco, angelim ou faveira.

Há registros também de poemas e poesias escritas sob inspiração do manguezal no Maranhão, destaca-se algumas obras literárias de Zenilton de Jesus Gayoso Miranda e José Francisco das Chagas, os quais fazem menção aos mangues e manguezais da Ilha do Maranhão. Alguns bairros de São Luís no Maranhão, que tiveram seus nomes baseados em organismos do manguezal (MATOS, 2014).

Quadro 07 - Serviços culturais prestados pelo ecossistema manguezal.

D*	GRUPO	CLASSE	TIPOS	REFERÊNCIAS
I <sup>1</sup>	Interações físicas e experiências	Uso experimental de plantas, animais terrestres-marinhos em diferentes contextos ambientais	Confecção de instrumentos musicais	Mochel (2011); Ferretti (2009)
I <sup>2</sup>	Interações intelectuais e de representação	Científico	Artigos, livros publicados sobre o ecossistema	Diversos
		Educacional	Aulas práticas no manguezal, projetos de extensão	Projeto CERMANGUE (LAMA/UFMA)
		Herança Cultural	Poemas, poesias, músicas, toponímia	Poesias (Zenilton de Jesus Gayoso Miranda e José Francisco das Chagas); Matos (2014)
		Entretenimento	Passeios turísticos, lazer	Santos, Oliveira e Pereira (2011)
		Sagrado e/ou Religioso	Crenças religiosas, procissões	Lima (2015)
<sup>1</sup> Interações físicas e intelectuais com a biota, ecossistemas terrestres-marinhos				
<sup>2</sup> Interações espirituais, simbólicas e outras com a biota, ecossistemas terrestres-marinhos				

Fonte: Adaptado Haines-Young, Potschin (2010); Sousa (2016).

Dentro da Herança Cultural há toponímias presentes na Ilha do Maranhão que tiveram sua origem baseada em características do manguezal, como por exemplo o bairro Turu, o qual, segundo Matos (2014) Turú é vocábulo de origem Tupi que Bordoni (s/d, p. 690) descreve como espécie de molusco do Pará e “também com molusco bivalve da família dos Terenídeos, e aspecto verminoso”, os quais são típicos de mangue.

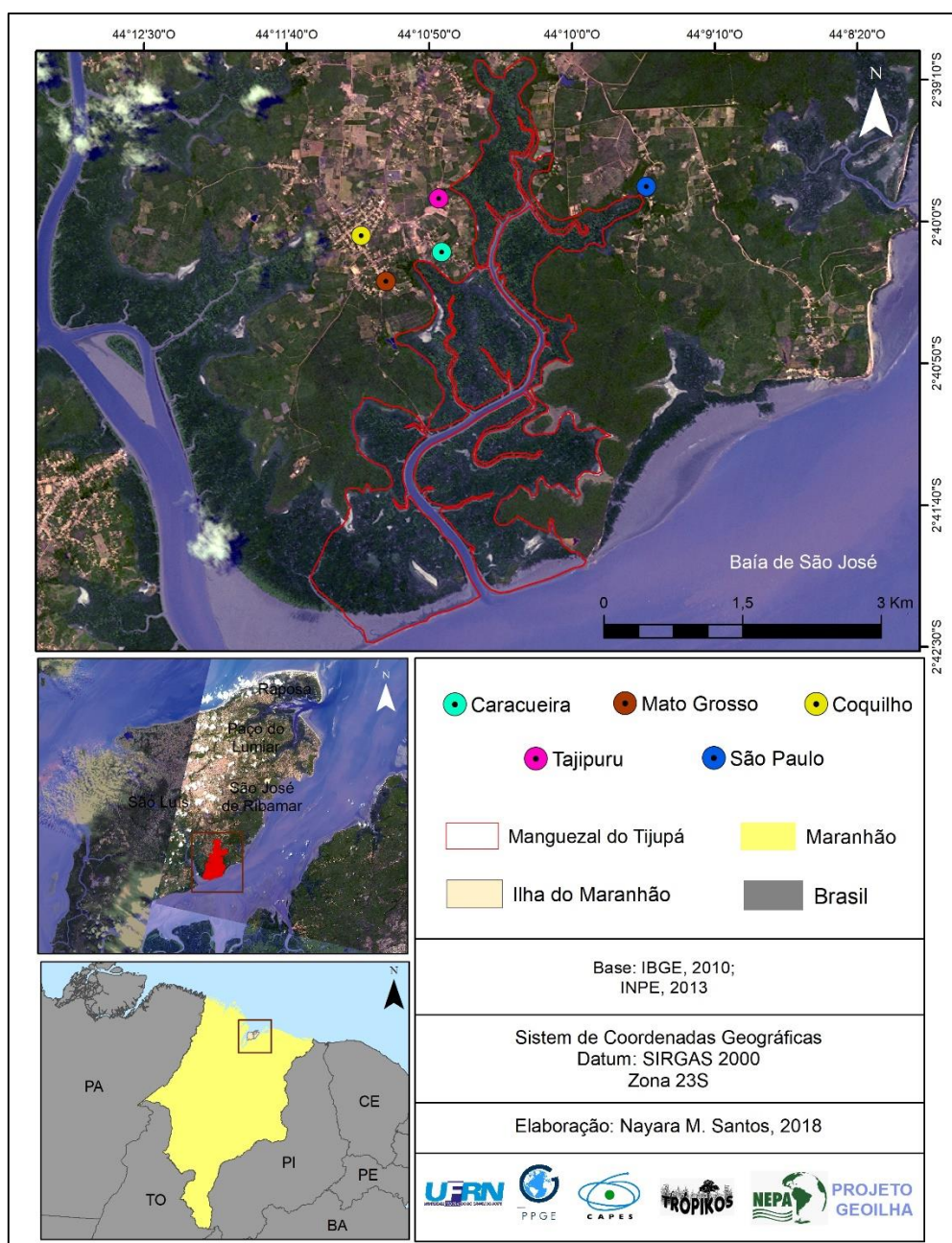
Analisar as pressões e impactos sobre o ecossistema manguezal considerando cada categoria dos serviços, fomenta a elaboração de medidas de conservação direcionadas aos processos e serviços que estão sendo afetados, tornando as medidas mitigadoras mais eficazes. Sendo possível evitar desperdício de recursos na recuperação destas áreas e investir em outras medidas de conservação.

## CAPITULO II – METODOLOGIA

### 2.1 Localização da área de estudo

Nesta pesquisa destacamos o manguezal da bacia hidrográfica do rio Tijupá (Figura 09), que se configura como um dos rios com a maior extensão de manguezal da porção sudeste da Ilha do Maranhão. Limita-se ao norte com a bacia hidrográfica do rio Jeniparana, a leste com a bacia do rio Tibiri, oeste com a de Guarapiranga e ao sul com a Baía de São José.

Figura 09 - Mapa de localização do manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão.



Fonte: Elaboração própria (2018).



Situada na zona rural da Ilha do Maranhão, a área do manguezal do Tijupá abrange cerca de 840 ha e possui no seu entorno cinco comunidades, são elas: Caracueira, Tajipuru, Mato Grosso, Coquilho e São Paulo. As atividades desenvolvidas na área estão ligadas a agricultura, as atividades comerciais de pequeno porte e pesca.

A estrutura dessas comunidades é pouco desenvolvida, o sistema de abastecimento de água é através de poços artesianos (comunitários e particulares), a coleta de lixo é realizada duas vezes na semana, das comunidades citadas, apenas a São Paulo não possui coleta, onde o lixo é enterrado ou queimado.

No que se refere a saúde, para atender as cinco comunidades há somente, um posto de saúde na comunidade de Coquilho (Figura 10), que possui a infraestrutura irrisória para atender a demanda, sendo necessário os moradores recorrerem ao posto de saúde da Santa Bárbara, a cerca de 11km de distância, ou então, recorrem aos hospitais na sede de São Luís.

Figura 10 – Centro de saúde da comunidade Coquilho.

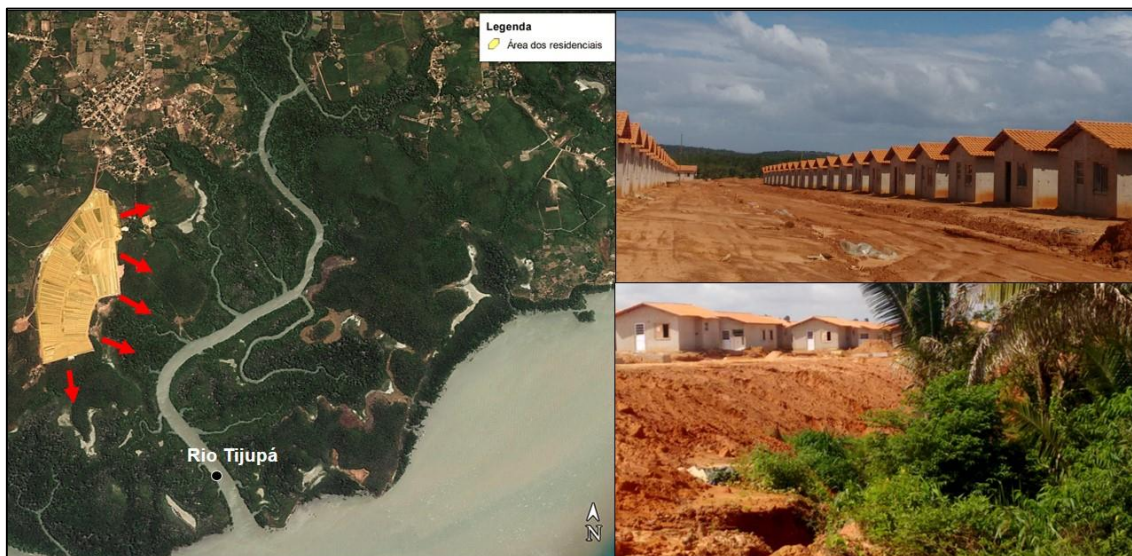


Fonte: Nayara M. Santos (2018).

O manguezal do rio Tijupá, está situado em uma área onde o crescimento urbano está avançando (FERREIRA, 2008). Um indicador disto é a construção de dois residenciais, Mato Grosso I e II (Figura 11), que abrigará mais de 1.000 famílias. A instalação deste tipo de empreendimento, provoca uma série de problemas de ordem

social e ambiental, moradores da área, já relatam que durante o período chuvoso, sedimentos são carreados para dentro do rio.

Figura 11 - Área do conjunto habitacional Mato Grosso no entorno da área de estudo.



Fonte: Adaptado Google Earth Pro (2017); Nayara M. Santos (2018).

## 2.2 Procedimentos Metodológicos

### 2.2.1 Compartimentação das unidades geoambientais do manguezal do rio Tijupá

A compartimentação das unidades geoambientais foi realizada a partir das feições identificadas no manguezal por Schaeffer-Novelli, Vale e Cintrón (2015), que considera: lavado, bosque de mangue e apicum como compartimentos deste ecossistema. Os canais de maré também foram considerados como um compartimento deste ecossistema, sendo incluído como unidade geoambiental, posto que estes estão diretamente relacionados à dinâmica do ecossistema, permitindo a intrusão da maré sobre o substrato.

Na primeira etapa de compartimentação das unidades foi utilizado o método de interpretação visual de imagens de satélites (JENSEN, 2009; AMARO; COSTA, 2012). Através da visualização das imagens e a partir de alguns critérios (Quadro 08) foi possível distinguir em apicum, bosque de mangue, lavado e canais de maré, produzindo as chaves de interpretação para identificação das unidades geoambientais do manguezal do rioTijupá.

Quadro 08 – Critérios utilizados na identificação das unidades geoambientais na imagem de satélite.

CRITÉRIO	DEFINIÇÃO
<b>Forma</b>	Geometria do objeto na imagem;
<b>Tamanho</b>	Critério que varia de acordo com a escala da fotografia aérea ou a resolução espacial da imagem;
<b>Tonalidade</b>	Quantidade de energia refletida por um objeto, obedecendo o princípio da reflectância, um objeto que absorve a energia incidente aparece nas imagens em tons escuros, o contrário acontece com o que reflete a energia que aparece em tons claros;
<b>Localização</b>	Posição do objeto na paisagem;
<b>Textura</b>	Pode ser lisa ou rugosa, homogênea ou heterogênea;

Fonte: Adaptado Panizza e Fonseca (2011).

Para validar estas informações, foram utilizados dados auxiliares em campo, como: registros fotográficos, coleta de pontos no *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS) para validação do mapeamento, e avaliação dos pontos visitados na área de estudo através do formulário de campo (Anexo A), elaborada a partir dos parâmetros de Tognela e Oliveira (2014) e Sayre et al. (2003).

Os parâmetros observados nos pontos visitados no manguezal do rio Tijupá foram: composição do bosque por ordem de dominância, estimativa de altura, diâmetro do caule, estado de conservação da unidade, fauna presente em ordem de dominância (epifauna), processos erosivos, características dos sedimentos e presença de interferência antrópica e outras informações. A coleta destes dados auxiliou na interpretação das imagens e na caracterização das unidades geoambientais da área de estudo.

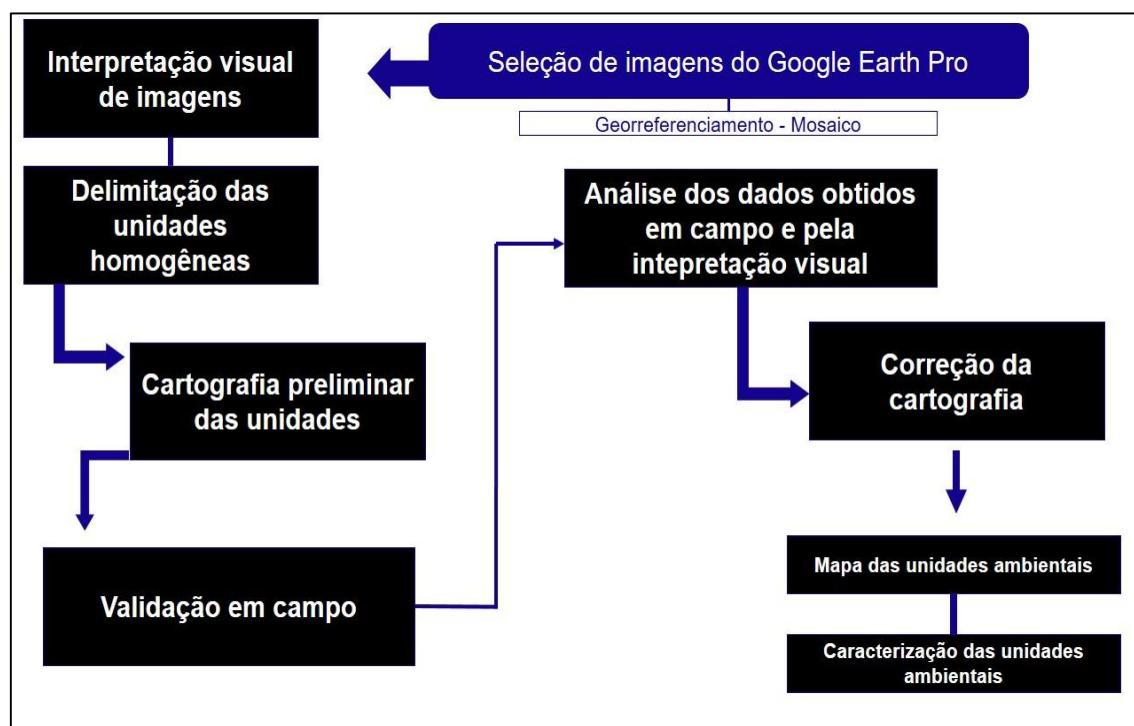
As imagens selecionadas para a compartimentação das unidades são do ano de 2017 do Google Earth Pro. Justifica-se a seleção desta imagem pois o manguezal apresenta aspecto visual homogêneo em imagens de média/baixa resolução espacial, limitando a identificação de diferentes alvos. Portanto, a utilização de imagem de alta resolução, favorece a interpretação visual, auxiliando na distinção do maior número de objetos na superfície, resultando em produtos com maior nível de detalhe.

No software *ArcGis* 10.3 foi realizado pré-processamento, georreferenciamento e mosaico das cenas que compõe a área de estudo. A partir disto, as áreas de aspecto visual homogêneo foram vetorizadas, considerando os critérios postos anteriormente, resultando no mapeamento das unidades geoambientais do manguezal do rio Tijupá.

A coleta dos dados auxiliares e para caracterização das unidades ocorreu através de trabalhos de campo na área, com o auxílio da equipe do Laboratório de Manguezais do Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal do Maranhão (LAMA/UFMA), do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPA) do Departamento de Geografia da UFMA. Os pontos levantados foram avaliados de acordo com os parâmetros presentes na ficha de campo (Anexo A).

O produto final da compartimentação do manguezal do rio Tijupá (Figura 12) consistiu na produção de dados para caracterização das unidades, suporte para identificação dos SE e na geração de um produto cartográfico na escala de 1:25.000 com as unidades geoambientais do manguezal do Rio Tijupá.

Figura 12- Síntese dos procedimentos da etapa de compartimentação e caracterização das unidades ambientais do manguezal do rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).



### 2.2.2 Identificação dos serviços ecossistêmicos de provisão no manguezal do rio Tijupá.

De Groot et al. (2002) afirmam que a identificação e a classificação dos serviços ecossistêmicos fornece uma visão geral das principais funções e produtos atribuídos aos ecossistemas e a suas estruturas ecológicas e processos associados. Neste estudo optou-se por trabalhar somente com os serviços de provisão, devido a sua importância social e econômica, posto que são todos os produtos que podem ser consumidos, convertidos e transformados pela sociedade. Tornando sua identificação mais acessível, se comparado aos de regulação/manutenção e culturais.

Para identificação dos SE de provisão do manguezal do rio Tijupá, foi elaborado um checklist preliminar a partir da bibliografia (MOCHEL et al., 1997; 2001; MOCHEL, 2001; MUKHERJE et al., 2014; SOUZA et al., 2016) e estruturado o roteiro de entrevista para aplicação nas comunidades (Apêndice A).

Foi utilizada entrevista semiestruturada (BABBIE, 2001), pela necessidade de permitir que o informante possa inserir novos elementos ao seu discurso no decorrer dos questionamentos. No total foram feitas 50 entrevistas nas cinco comunidades (Caracueira, Tajipurú, Mato Grosso, Coquilho e São Paulo), este quantitativo foi definido a partir de amostragem aleatória simples.

Na aplicação das entrevistas foi utilizando a técnica do informante-chave (MARSHALL, 1996; TREMBLAY, 2001), ou seja, direcionada a pessoas que podem oferecer informações muito importantes e específicas do que está sendo estudado. Ao final de cada entrevista, o entrevistado indicou outra informante chave, que neste caso eram pescadores, catadores de caranguejo ou qualquer outra pessoa que utilizava recursos do manguezal da área.

Durante as entrevistas utilizou-se como material auxiliar um livro (Anexo B) sobre a Biodiversidade Marinha da Ilha do Maranhão (NUNES; MENDONÇA, 2013), para auxiliar na identificação das espécies da fauna capturada pelos moradores locais. Este material contém fotos e descrições ecológicas sobre biodiversidade local.

Outro material de apoio utilizado, foi uma imagem de satélite (Apêndice B) da área com alguns elementos chave (ex.: portos, comunidades) para que pudessem se localizar e indicar os locais onde realizam suas atividades (Figura 13).

Figura 13 - Utilização do material de apoio durante as entrevistas.

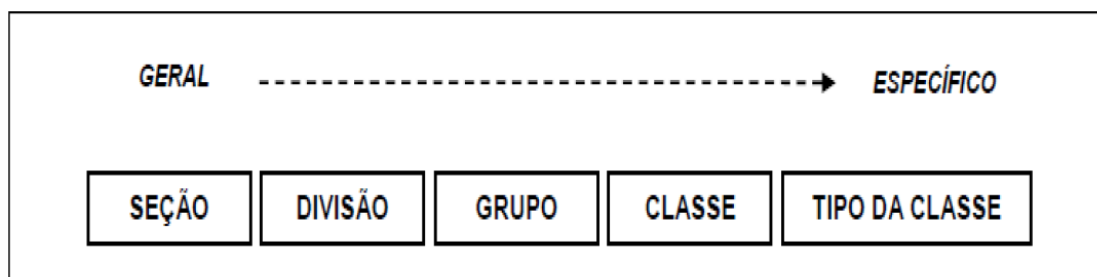


Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Os dados coletados durante as entrevistas foram tabulados utilizando o *Excel* 2013, em forma de tabelas para facilitar as análises e a geração dos gráficos. A classificação dos serviços foi realizada com base na proposta internacional de classificação comum dos SE, a *Common International Classification Ecosystem Services* (CICES), proposta por Potschin e Haines-Young (2013).

O uso desta base teórico-metodológica justifica-se por ser uma proposta que permite trabalhar com diferentes escalas, desde o nível mais abrangente até o mais local. Desta forma podendo acrescentar ou retirar variáveis que não são identificadas na área (Figura 14).

Figura 14 – Estrutura hierárquica da CICES



Fonte: Rabelo (2014).

A estruturação da tabela dos serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal do rio Tijupá, foi baseada na divisão da CICES (2013) em Seção, Divisão e Grupo e nas classes adaptadas por Sousa et al. (2016), com algumas adaptações a realidade local.

Foram adicionadas mais 03 colunas a tabela, relacionadas a: forma de uso, exemplos (relacionado a espécie capturada ou ao produto final) e unidade ambiental – relacionado ao compartimento do manguezal que é a fonte de provisão do serviço (Quadro 09). Este procedimento resultou na estruturação de uma tabela com os SE de provisão da área de estudo e produziu dados para o mapeamento dos serviços.

Quadro 09 - Estrutura da tabela dos SE de provisão utilizado nesta pesquisa.

DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	USO	EXEMPLO	UNIDADE
Nutrição	Biomassa	Animais selvagens e suas saídas	Pesca	Tainha	Canal de maré

Fonte: Adaptado Potschin e Haines-Young (2013), Sousa et al. (2016).

### 2.2.3 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal do rio Tijupá

A espacialização dos SE do manguezal do Tijupá, foi baseado na metodologia utilizada por Macedo et al. (2017) e Burkhard (2017), onde o mapeamento dos serviços é realizado a partir da interpolação da quantidade de serviços identificados em uma área com o arquivo vetorial (formato *shapefile*) da unidade geoambientais mapeadas. A abordagem proposta por Burkhard (2017) tem o potencial de integrar todos os tipos de dados relacionados ao SE e a quantidade de variáveis identificadas. É aplicável para áreas com poucos dados, cumprindo os objetivos de mapeamento, desde os primeiros estudos de identificação e classificação de SE, conscientização até avaliações transdisciplinares muito abrangentes

Os dados referentes ao SE do manguezal do Tijupá foram organizados no *Excel* 2013 em forma de tabela (Figura 15), relacionando a quantidade de serviços a unidade geoambiental a que está relacionada (apicum, bosque de mangue, lavado e/ou canais de maré) e a classificação a que pertence de acordo com a CICES (2013) – nutrição, materiais ou energia.

Figura 15 – Representação dos dados referentes ao quantitativo de SE organizados na plataforma do Excel.

	A	B	C	D	E	F
1	UNIDADE/SERVIÇOS	NUTRIÇÃO	MATERIAIS	ENERGIA	TOTAL	
2	APICUM	0	1	0	1	
3	BOSQUE DE MANGUE	3	3	1	7	
4	LAVADO	1	1	0	2	
5	CANAIS DE MARÉ	17	1	0	18	
6						
7						

Fonte: Nayara M. Santos (2018).

No software *ArcGis*, na tabela de atributos das unidades geoambientais mapeadas foram adicionadas 04 colunas, referente a: nutrição, materiais, energia e total de serviços, preenchidas com a quantidade de serviços identificados (Figura 16). O quantitativo dos SE foi baseado nos serviços identificados na área de estudo, considerando para contagem as espécies e produtos indicados pelos usuários durante o levantamento dos SE de provisão de acordo com cada categoria (nutrição, materiais, energia e SE totais).

A quantidade de cada elemento indicada como exemplo para as categorias de serviços, foi contabilizado (Figura 17) e atribuído a respectiva unidade geoambiental. Por exemplo, na categoria nutrição foram indicados 12 (doze) exemplos para a unidade canais de maré, logo esta unidade é prestadora de 12 serviços da categoria nutrição.

Ainda no *ArcGis* com a tabela de atributos preenchidas e seus respectivos valores, os arquivos vetoriais (formato *shapefile*) das unidades geoambientais foram utilizados para elaboração dos mapas da distribuição espacial do potencial dos SE para cada unidade, apicum, bosque de mangue, lavado e canais de maré.

Figura 16 – Tabela de atributos preenchida de acordo com os dados dos SE

Tabela							
CM							
FID	Shape *	Id	Unid Ambie	NUT	MAT	ENG	ST
11	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
12	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
13	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
14	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
15	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
16	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
17	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
18	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
19	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
20	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
21	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
22	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
23	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
24	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
25	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
26	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
27	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
28	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
29	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
30	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
31	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
32	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
33	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
34	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
35	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
36	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
37	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
38	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18
39	Polilinha	0	Canal de maré	17	1	0	18

Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Figura 17 – Representação da contagem dos serviços.

D*	GRUPO	CLASSE	USO	EXEMPLO	UNIDADE
<b>NUTRIÇÃO</b> ↑ <b>N<sup>1</sup></b>	Biomassa	Animais selvagens e suas saídas	Pesca	1 Bagre;	Canais de maré
				2 Tainha;	
				3 Sardinha;	
				4 Pacamão;	
				5 Camarão;	
				6 Pescada;	
				7 Pescadinha;	
				8 Guaravira;	
				9 Tralhoto;	
				Peixe Pedra;	
				Baiacu;	
				Uritinga;	

Fonte: Nayara M. Santos (2018)

## CAPITULO 03 – UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO MANGUEZAL DO RIO TIJUPÁ

### 3.1 Unidades geoambientais do manguezal do rio Tijupá

#### 3.1.1 Caracterização Geoambiental da Área de Estudo

A área de entorno do manguezal do rio Tijupá é caracterizada pela ocorrência da formação geológica do Barreiras, que predomina no setor sudeste da Ilha do Maranhão. A Formação encontrada sob o manguezal do Tijupá é a Açuí, composta de sedimentos arenosos inconsolidados e argilosos relacionados a diversos tipos de depósitos superficiais ocorrentes na Ilha do Maranhão, correspondentes aos sedimentos do Quaternário (GERCO, 1998; BANDEIRA, 2013; SILVA, 2012).

Nessa área ocorrem os depósitos de pântanos e mangues, estes depósitos são constituídos, predominantemente, por sedimentos lamosos (argila e silte), de coloração cinza, não adensados, maciços e bioturbados. Esta unidade geológica é embasa toda área de manguezal do rio Tibiri e Tijupá (RODRIGUES et al., 1994; BANDEIRA, 2013).

No que se refere ao relevo, a área é caracterizada pela unidade geomorfológica planície flúvio-marinha, sendo caracterizada pela superfície plana considerando a escala de macro relevo é nesta superfície que ocorre o contato entre os sistemas continentais e marinhos (BANDEIRA, 2013). Na escala micro, apresenta uma superfície intensamente ondulada formada pelo substrato lamoso (Figura 18).

Figura 18 - Linha amarela representando a variação do microrelevo da planície fluvio-marinha do rio Tijupá, Ilha do Maranhão.

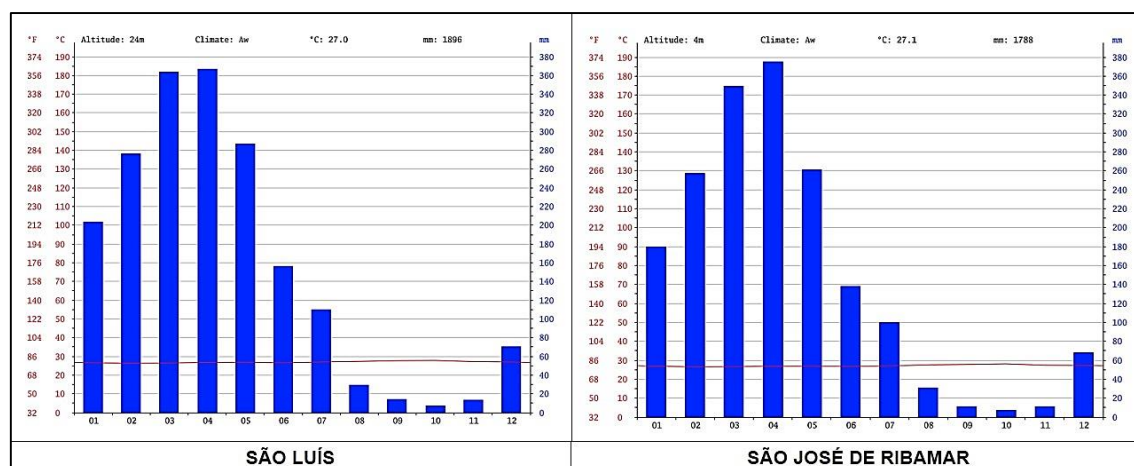


Fonte: Nayara M. Santos (2018).



O clima da Ilha do Maranhão, é caracterizado por ser tropical úmido com predominância de chuvas entres os meses de Janeiro a Maio (PINHEIRO, 2017), isto é, Aw, a precipitação anual fica entre 2200 mm e 2500mm (ALVARES et al., 2013). O clima da área não apresenta grandes variações entre os municípios que abrangem a área de estudo (Figura 19), as chuvas se concentram em maior volume no setor sul/sudeste da ilha (distrito rural e industrial da Ilha), acompanhando a direção dos ventos – Leste/Nordeste (PINHEIRO, 2017).

Figura 19 - Normais climatológicas (1982-2012) dos municípios que abrangem a área de estudo.



Fonte: Climate-data.org (2018).

O rio Tijupá é o principal corpo hídrico da área de estudo. A área da bacia hidrográfica corresponde a 24,68 km<sup>2</sup> (SILVA, 2012). Caracterizado por ser um rio perene, mas que apresenta grande influência da maré por todo o canal do rio, o reduzido aporte fluvial é perceptível durante as marés de vazante (Figura 20), assim como ocorre em outros rios da Ilha do Maranhão, por exemplo o Tibiri (op. cit.).

A Ilha do Maranhão é marcada pela presença de macromarés com amplitudes de até 6 metros. (MOCHEL, 2011; BEZERRA, 2014). O manguezal do rio Tijupá está situado na zona de embocadura da Baía de São José, onde a ação marinha é predominante (COUTINHO e MORAIS, 1976). A área de estudo está localizada em uma zona da costa classificada pelo regime de macromarés, com variações de -0,2 a +8,0 metros.

Figura 20 – Vista do canal principal do rio Tijupá durante a maré vazante.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Na área de estudo, ocorre predominantemente os Gleissolos Timórficos, caracterizados pela EMBRAPA (2013) por serem solos saturados pela presença de água, mal ou muito mal drenados, rico em matéria orgânica, de coloração acinzentada. São característicos de ambiente de sedimentação estuarina recente e se desenvolvem em áreas de relevo plano e próximo a cursos d'água. Formados em ambientes de mangues a partir de sedimentos flúvio-marinhos recentes misturados com detritos orgânicos, de natureza e granulometria variada (NETO; SILVA, 2017).

Tais sedimentos são decorrentes da deposição pelas águas dos ambientes fluviais e marinhos, em condição de baixa energia. De uma maneira geral, estes solos não apresentam diferenciação de horizontes ao longo do perfil. Somente em áreas marginais, verifica-se o desenvolvimento de um horizonte superficial com textura variável, desde argilosa até arenosa (Figura 21), pois é área de contato com outros tipos de solo. (op cit.).

A vegetação de mangue da área de estudo é composto principalmente pelas espécies de *Rhizophora mangle* Linnaeus (1753) (mangue vermelho), *Avicennia germinans* L. (mangue preto) e *Laguncularia racemosa* C.F. Gaert (1807) (mangue branco). A fauna da área é caracterizada pela presença dos crustáceos, com destaque para os caranguejos *Uca* sp. (chama-maré), *Ucides cordatus* (caranguejo-uça), *Aratu pisonni* e *Goniopsis* sp.



Figura 21 – Apicum: área de transição areia – argila, manguezal do rio Tijupá.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

No contexto socioeconômico, as atividades que se destacam são a agricultura e a extração animal, caracterizada pelo desenvolvimento da pesca na área de estudo. Dentro do manguezal do Tijupá não são encontradas áreas destinadas para plantio, por causa das condições desfavoráveis para o desenvolvimento deste tipo de atividade na sua área de entorno.

Porém, nos povoados é comum a presença de áreas destinadas para o cultivo (Figura 22) de mandioca, macaxeira, milho e feijão. Estes produtos são utilizados para o consumo no cotidiano das comunidades e também para comercialização em outros pontos da Ilha do Maranhão, esse processo de comercialização é realizado por intermédio da Associação Beneficente Educativa e Produtiva Cultural dos Moradores do Bairro Coquilho e Povoados Adjacentes (ABEPC).

Diferente da agricultura, o desenvolvimento das atividades extrativistas ocorre dentro dos limites do ecossistema de manguezal do Tijupá. Com destaque para a coleta de caranguejo (*Ucides cordatus*) e para atividade pesqueira. Estas atividades são desenvolvidas para consumo e comercialização, que ocorre dentro da dinâmica dos povoados ou em outros bairros adjacentes.

Figura 22 - Área de cultivo no povoado de Tajipuru.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Atualmente, a extração da madeira do mangue ocorre de maneira mais pontual. Alguns moradores da região utilizam deste recurso para construção de casas, cercas e outros fins domésticos. Há relatos de que, em meados da década de 1980, houver retirada de mangue em larga escala na região, convertidos em lenha e carvão como fonte de energia em padarias e olarias, no uso doméstico e na construção de pontes e embarcações (MOCHEL, 1997).

### 3.1.2 Caracterização das Unidades Geoambientais: Apicum, bosque de mangue, lavado e canais de maré

As unidades geoambientais identificadas no manguezal do rio Tijupá foram: apicum, bosque de mangue, lavado e os canais de maré (Figura 23). O apicum é associado, em sua maioria, as zonas marginais do manguezal localizado entre os mangues e as terras elevadas adjacentes (UCHA et al., 2008), porém também são encontrados no interior do bosque de mangue. Também denominado de salgado, o apicum é caracterizado como uma zona hipersalina com maior presença de sedimentos arenosos, desprovido de cobertura vegetal ou abrigando uma vegetação herbácea (SCHAEFFER-NOVELLI, VALE E CINTRÓN, 2015).



Figura 23 – (A): Lavado; (B): Bosque de mangue; (C): Apicum; (D): Canais de maré, manguezal do rio Tijupa.







Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Composta por plantas lenhosas, o bosque de mangue apresenta-se com espécies de diferentes gêneros, adaptados a um substrato periodicamente inundado pelas marés, com grandes variações de salinidade. Nesse ambiente existem também espécies herbáceas, epífitas, hemiparasitas e aquáticas (op. cit.). Os gêneros mais comuns são o *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*.

Caracterizada como a unidade mais exposta a oscilação das marés, o lavado pode ser erodido rapidamente por ocasião dos eventos de grandes ondas e marés meteorológicas. Pode haver erosão e deposição acelerada de tais áreas, fazendo com que seja perdido seu serviço de estabilização do mangue (SCHAEFFER-NOVELLI, VALE E CINTRÓN, 2015).

Cada unidade geoambiental mapeada apresenta diferentes aspectos de cor, textura e forma nas imagens de satélite, considerando estas informações juntamente com as características apresentadas de cada unidade por Schaeffer-Novelli, Vale e Citrón (2015), foi possível indicar chaves de interpretação (Quadro 10) para distinguir cada unidade geoambiental do manguezal do rio Tijupá.

Quadro 10 - Chaves de interpretação utilizadas para identificação das feições do manguezal.

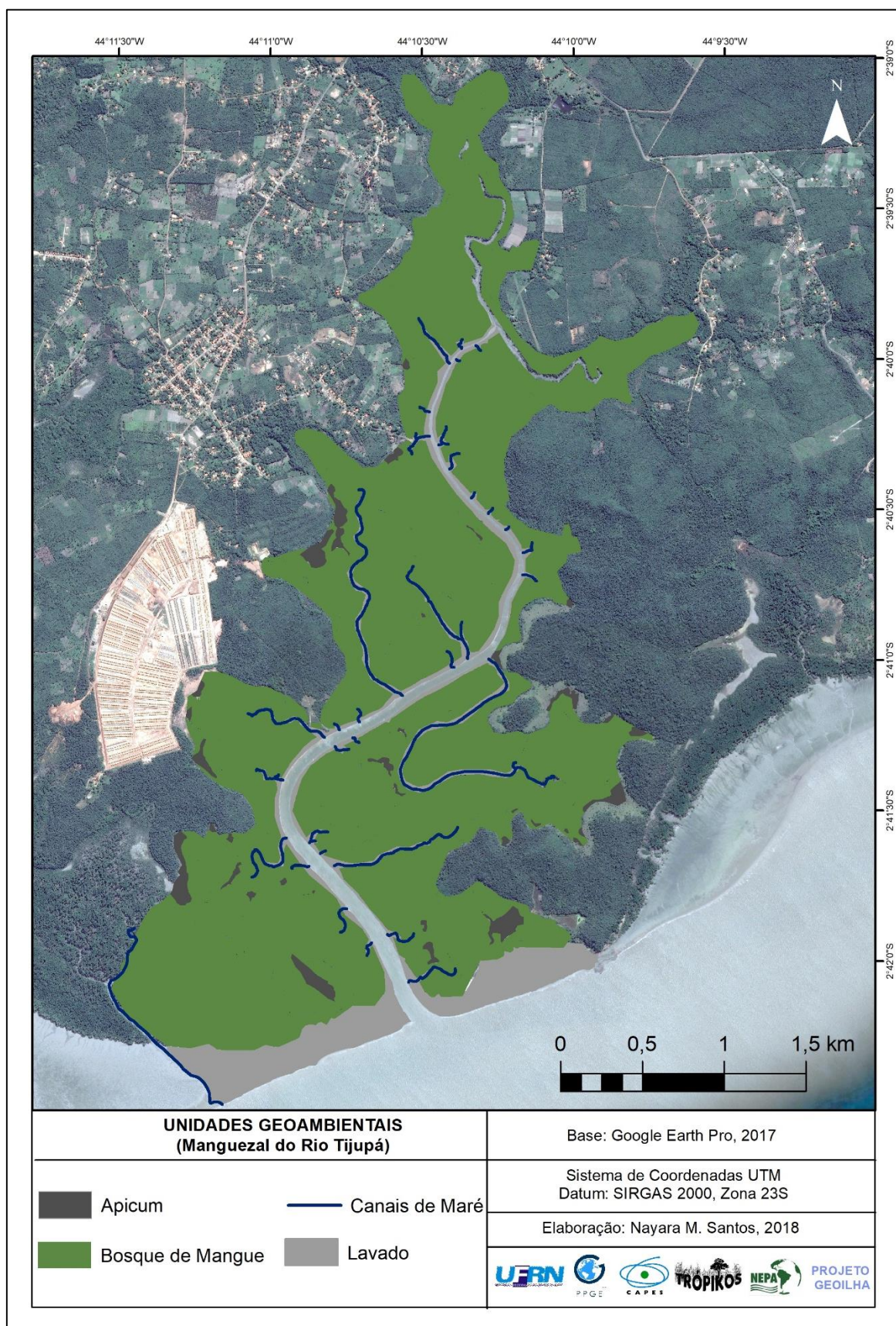
FEIÇÃO	IMAGEM	CARACTERÍSTICAS
LAVADO		São mais visíveis durante a maré vazante, apresentam tonalidade variando do cinza ao branco, por conta da sua constituição sedimentológica (argila, silte), textura lisa e homogênea, ocorrem no contato da borda do bosque de mangue com os canais de maré e estuário;
MANGUE		Tonalidade variando em tons de verde, textura rugosa e homogênea devido a copa das árvores, que variam de tamanho e altura, apresentando-se de maneira densa e/ou esparsa, forma irregular, ocorrem entre o apicum e lavado.
APICUM		Tonalidade variando do cinza ao branco devido a composição sedimentológica (areia, argila), que se assemelha as áreas de lavado ou de solo exposto, possuem textura lisa, uma forma variando do meandrante ao irregular, ocorrem geralmente na interface terras adjacentes – bosque de mangue e por vezes dentro do bosque de mangue.
CANAIS DE MARÉ		Apresentam-se na forma linear, meandrante e alongada, de tamanho variável, com textura lisa e homogênea, a tonalidade varia em tons de cinza e ocorrem geralmente recortando os bosques de mangue.

Fonte: Elaboração própria (2018).

A partir destas características foi possível compartimentar o manguezal e elaborar o mapa completo das unidades geoambientais da área de estudo (Figura 24). A área do manguezal do rio Tijupá corresponde a cerca de 840 ha (Quadro 11), sendo a maior parte recoberta pela unidade correspondente ao bosque de mangue.



Figura 24 – Mapa das unidades ambientais do manguezal do Rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).

Quadro 11 – Área das unidades geoambientais do manguezal do Tijupá

UNIDADE	ÁREA
APICUM	20,9 ha
BOSQUE DE MANGUE	708,9 ha
LAVADO	98,5 ha
CANAIS DE MARÉ	11,7 km
TOTAL	840 ha

Fonte – Elaboração própria (2018).

- Apicum

A unidade Apicum (20,9 ha) da área ocorre na faixa de transição entre os tabuleiros e a planície flúvio-marinha e no interior do bosque de mangue. A vegetação desta unidade é pouco desenvolvida, se comparada ao bosque de mangue, devido ao aporte de sedimentos do continente (areia) e as variações na amplitude de maré, que favorecem o acúmulo de sais e limitam o desenvolvimento das plantas e da fauna (UCHA, HADLICH, CELINO, 2008).

As espécies de fauna e flora abundantes na área são representados respectivamente, pelo *Uca* sp. (chama-maré) e pela salsa do mangue (ou pirixiu, espécie halófito) (Figura 25). E em outras áreas de apicum foi registrada a ocorrência de *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*, na borda de contato com o bosque de mangue.

Figura 25 – (A): *Uca* sp (chama-maré); (B) Salsa do mangue ou pirixiu (espécie halófito).



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

O apicum é uma importante unidade dentro da dinâmica do manguezal. Nascimento (1993) caracteriza esta região como um reservatório de nutrientes, que mantém o equilíbrio dos níveis de sal e da mineralomassa. Através dos caranguejos *Uca*



sp. e outros escavadores, os sedimentos são revolvidos e a superfície é enriquecida com os nutrientes das camadas subjacentes, estes são carregados para o bosque de mangue, contribuindo para o equilíbrio orgânico-mineral do manguezal.

Dentre as unidades mapeadas, o Apicum é a que mais possui indicadores da ação antrópica, isto é devido a sua proximidade com as áreas de terra elevada, onde são desenvolvidas outras atividades humanas (ex. construções, agricultura) e também, por apresentar o substrato mais consolidado, se torna uma das vias de acesso dos moradores ao interior do manguezal. Foram encontradas áreas com presença de óleo e intensa deposição de sedimentos provenientes da construção civil (Figura 26).

Figura 26 – (A): Manchas de óleo encontradas no apicum; (B) Deposição de sedimentos em área de apicum.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

A interferência antrópica nestas áreas, geralmente resulta em impactos negativos na oferta de serviços ecossistêmicos do manguezal. Posto que o apicum fornece nutrientes para a manutenção da dinâmica do sistema, isto implicará em perturbações no desenvolvimento da flora e fauna. Como no caso do *Ucides cordatus*, o recrutamento desta espécie ocorre nesta faixa de transição, onde a maior densidade de caranguejos de pequeno porte é observada nesta área (SCHMIDT, 2012).

Limitações no desenvolvimento da fauna e flora nesta porção do manguezal, interferem na oferta de serviços desta unidade para as comunidades da área. O uso desta unidade pelos moradores é simplório, não extraem nenhum tipo de recurso deste ambiente e não há registro do desenvolvimento de outras atividades, como a instalação de salinas e da carcinicultura, como ocorre em outras áreas do Brasil (CREPANI, MEDEIROS, 2003; HADLICH, UCHA, CELINO, 2008).

- Bosque de mangue

O Bosque de mangue do rio Tijupá (708,9 ha), é composto por *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn (mangue branco) e *Avicennia germinans* L. (mangue preto). A estimativa da altura do bosque é cerca de 25 metros, sendo que as árvores mais altas encontram-se a jusante, e vão diminuindo de estatura a montante do estuário.

Na ordem de dominância, esta unidade ambiental é predominantemente constituída de *R. mangle*, ocorrendo em toda borda da zona de inframaré e no interior do bosque, e se intensificam a jusante do estuário. A dominância do gênero *R. mangle* nas franjas e a jusante em estuários deve-se aparentemente à capacidade de produção de estruturas de suporte.

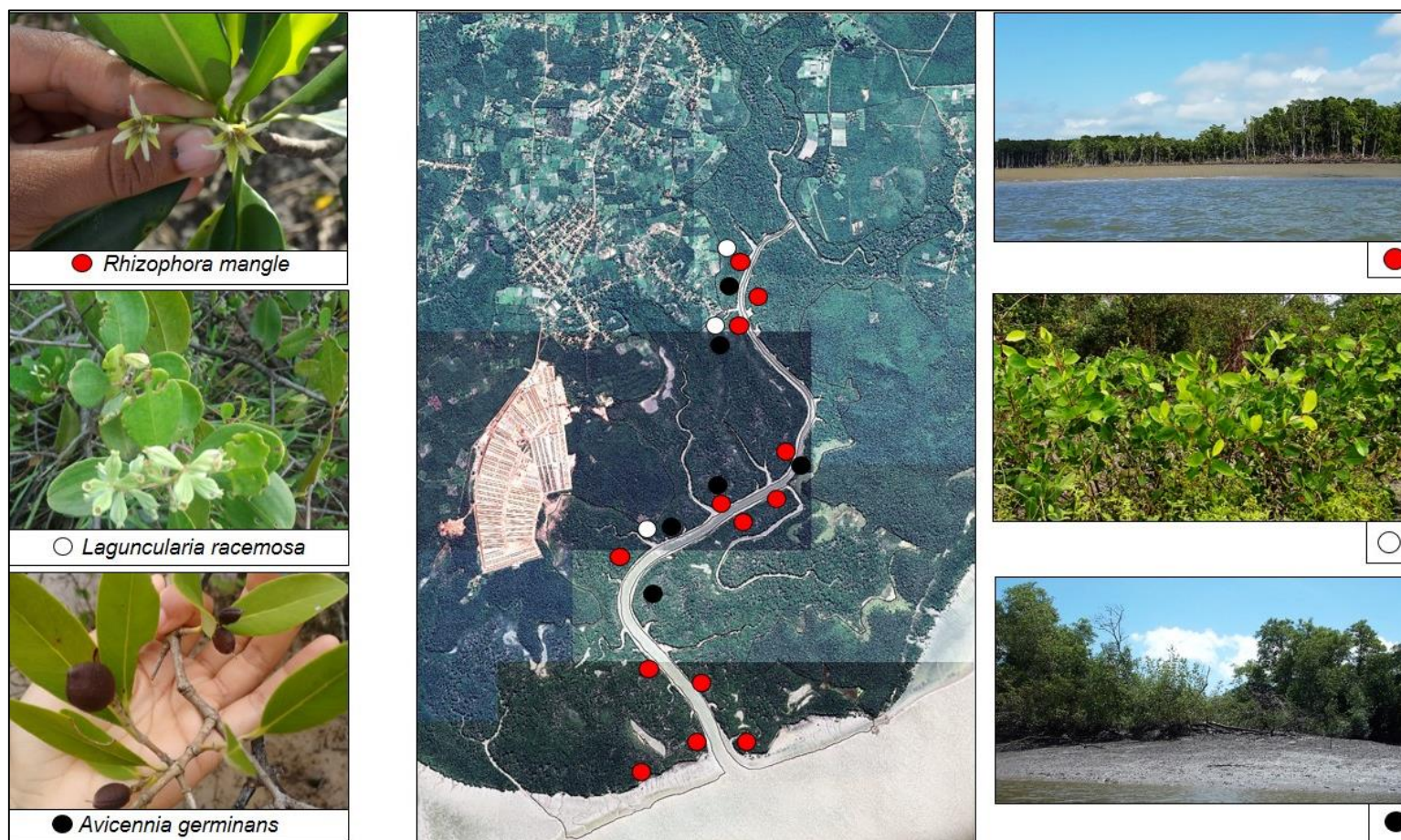
Esta espécie tende a desenvolver uma maior quantidade de raízes aéreas, devido a maior exposição ao vento e ao fluxo intenso de oscilação da maré, o que significa um maior suporte para a planta. As outras espécies possuem baixa capacidade de produção de estruturas de suporte, assim poucas conseguem se estabelecer em frente a bosques de *Rhizophora*, exceto em regiões estáveis ou em processo de sedimentação (DUKE et al., 1998).

*Avicennia germinans* ocorre nas bordas em menor abundância (Figura 27), junto com a *R. mangle*, e no interior do bosque nas porções mais elevadas e de substrato mais consolidado (menor teor de argila), na zona de intermaré/supramaré. As espécies desse gênero geralmente são encontradas em áreas mais elevadas que as de *Rhizophora mangle*, são intolerantes a inundações mais frequentes, porém toleram mais a salinidade (MCKEE, 1993).

Em menor abundância foi encontrada *Laguncularia racemosa*, ocorrendo predominantemente na zona de supramaré. Esta espécie, assim como *A. germinans*, se instala onde a frequência das inundações é menor e o substrato é mais consolidado, porém tolera menos salinidade que *Avicennia*. Em alguns pontos foi possível identificar zonas mistas, onde as três espécies ocorrem simultaneamente na faixa da supramaré (Figura 28).



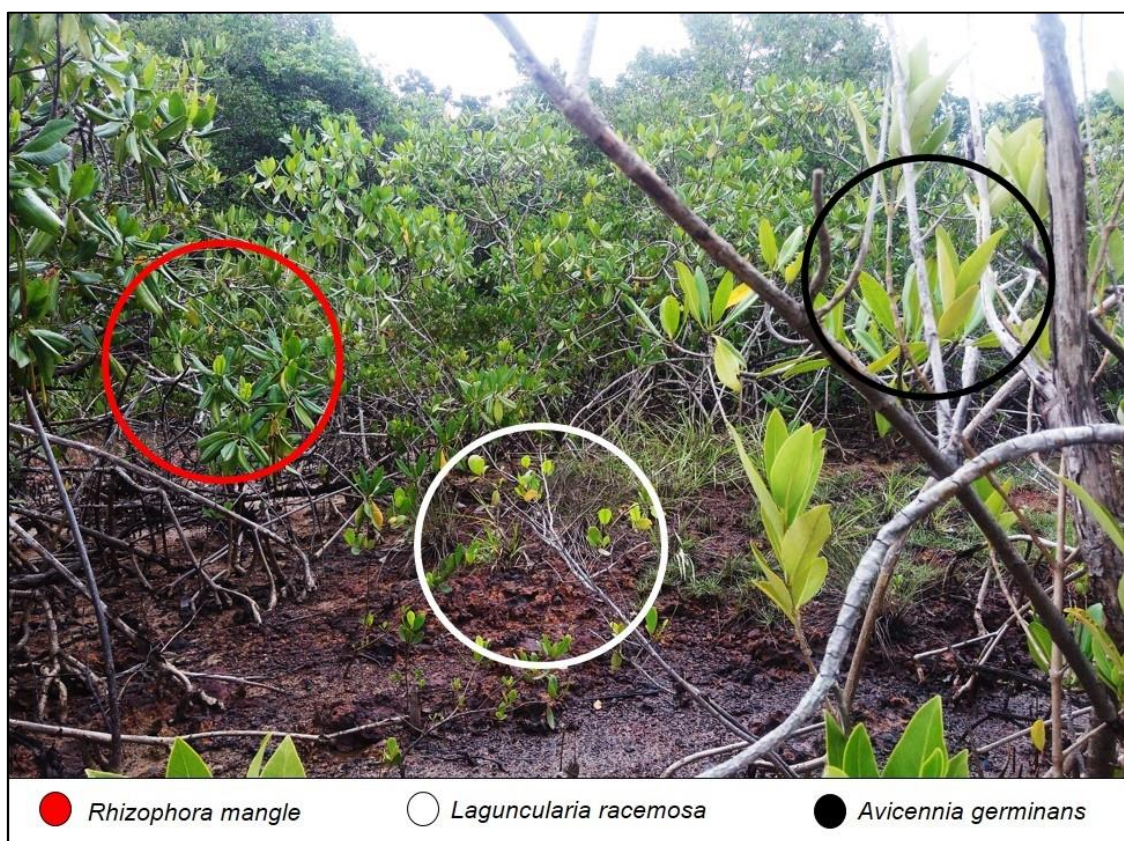
Figura 27 – Esquema representando a distribuição das espécies no bosque de mangue, rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).



Figura 28 – Zonas mistas no bosque de mangue, manguezal do rio Tijupá – Ilha do Maranhão.



Fonte: Elaboração própria (2018).

A fauna identificada nesta unidade, é representada pelo *Aratu pisonii* (caranguejo marinho), *Ucides cordatus* (caranguejo uçá), *Goniopsis cruentata* (aratu vermelho e preto) e pelo *Neoteredo* sp. (turu) (Figura 29). Os caranguejos apresentam uma elevada importância na dinâmica dos nutrientes no substrato do manguezal, através do revolvimento dos sedimentos por meio da escavação de tocas. Como por exemplo, o caranguejo-uçá, estocando folhas e propágulos dentro de suas galerias, onde são degradados e convertidos em nutrientes (CHRISTOFOLETTI et al., 2013).

Figura 29 – (A) *Ucides cordatus* (caranguejo uçá); (B) *Goniopsis cruentata* (aratu vermelho e preto); (C) *Neoteredo* sp. (turu).

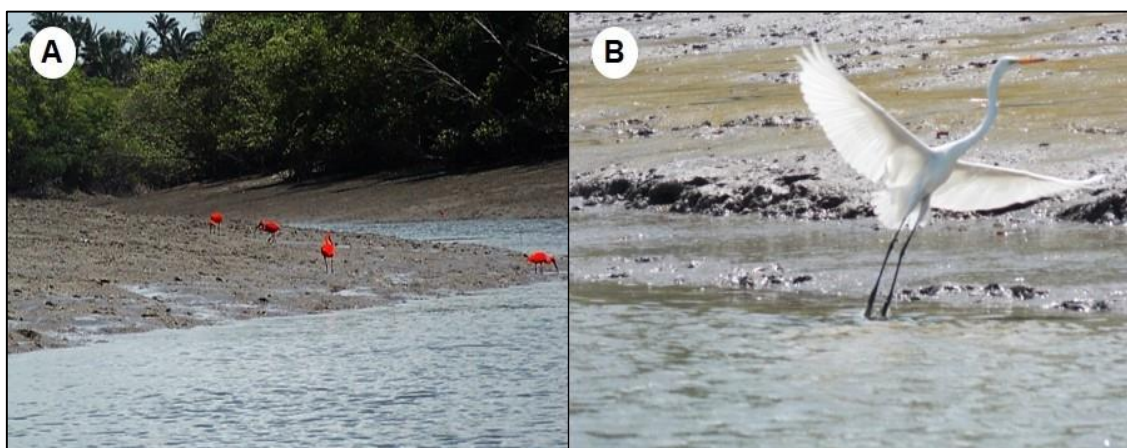


Fonte: Nayara M. Santos (2018).

- Lavado

Após o bosque de mangue, ocorre o lavado (98,5 ha) o substrato lamoso (depósitos silto-argilosos) que fica totalmente exposto durante a baixa-mar. Esta unidade é desprovida de vegetação e a fauna é representada por caranguejos do gênero *Uca* spp. É muito comum encontrar na área o guará (*Eudocimus ruber*, Linnaeus 1758.) se alimentando no lavado, assim como outras aves, como a garça (*Ardea alba* Linnaeus, 1758) (Figura 30).

Figura 30 – (A) Guarás; (B) Garça.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Não há registro da extração de mariscos, no manguezal do rio Tijupá, como ocorre em outras áreas da Ilha do Maranhão), como no município da Raposa. Com destaque para a ostra (*Crassostrea rhiphoroae*, Guilding 1928), o sarnambi (*Anomalocardia brasiliiana*, Gmelin 1791), a tarioba (*Iphigenia brasiliensis*, Lamarck 1818) e o sururu (*Mytella falcata* Lamarck, 1819) (MONTELES et al., 2009). Esta unidade não apresenta indicador de interferência antrópica negativa, é utilizada para locomoção dos moradores até o canal durante a baixa-mar.

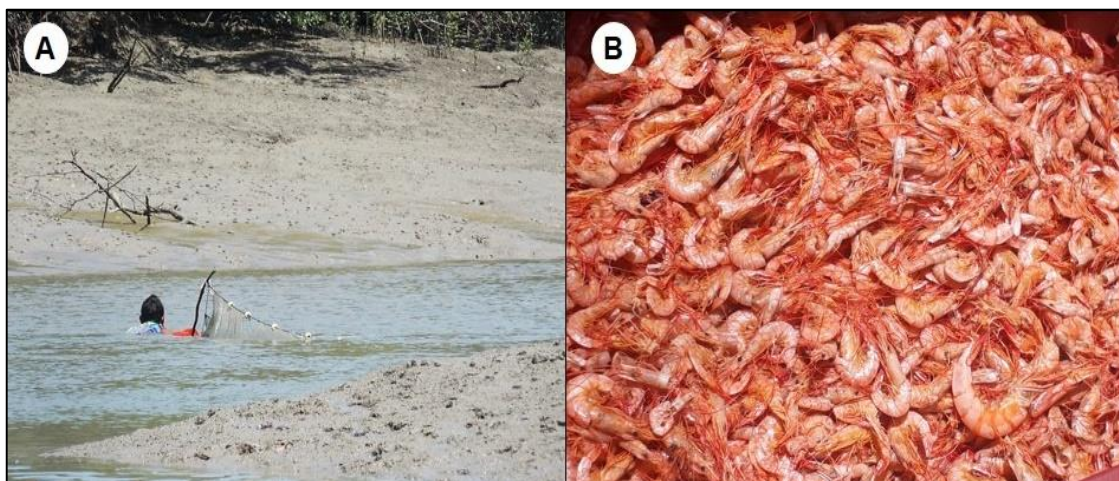
- Canais de Maré

Os canais de maré (11,7 km) do rio Tijupá, estes são caracterizados como pequenos corpos hídricos que fluem em função da maré, permitindo o avanço da cunha salina sobre o manguezal. Através deles são carregados para dentro do manguezal os sedimentos, matéria orgânica, nutrientes e animais do ambiente marinho, responsáveis



por ofertar serviços ecossistêmicos de provisão para a população, através da pesca realizada dentro dos limites desta unidade (Figura 31).

Figura 31 – (A) Pesca de arrasto sendo realizada dentro do canal de maré no rio Tijupá; (B) Camarão utilizando na alimentação por moradores das comunidades locais.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Os peixes encontrados nesta unidade são: bagre, tainha (*Mugil* sp), tralhoto (*Anableps* sp), camarão (*Litopenaeus* sp; *Xiphopenaeus* sp), siri azul (*Callinectes* sp), pescadinha (*Macrodon* sp) baiacu (*Lagocephalus* sp) e foi indicado pelos moradores a ocorrência de peixe-boi.

Apesar de apresentar algumas características distintas, as unidades geoambientais do manguezal são interdependentes. A dinâmica deste ecossistema depende da interação entre os fatores abióticos e bióticos envolvidos nos processos, como a oscilação da maré, fauna, relevo, sedimentos, flora e clima, elementos estes que atuam em todas a unidades.

### 3.1.3 Interações no manguezal do Rio Tijupá

Considerando os aspectos apresentados do manguezal do Tijupá, o clima tropical chuvoso da área favorece a ocorrência de rios perenes (SILVA, 2012) e o aporte fluvial reduzido, como é caso do Rio Tijupá. Esta característica juntamente com as elevadas amplitudes de maré permite que a maré avance até o alto curso. O aporte fluvial reduzido na área do Tijupá, é perceptível durante a maré vazante, onde o volume do rio diminui.

Mesmo com o grande alcance da maré sobre a plataforma continental e o aporte fluvial reduzido, as planícies da área não se caracterizam como hipersalinas, devido a pluviosidade e as amplitudes de maré, justificado pela proximidade da Ilha do Maranhão a área equatorial. Pinheiro (2017) afirma que as chuvas se concentram em maior volume no setor sul/sudeste da ilha, onde está localizada a área estudada, isto, somado ao caráter semidiurno e o regime de macromaré, condiciona o maior desenvolvimento do manguezal do Tijupá.

Em função da constituição litológica da área de estudo, representada por sedimentos pouco consolidados e/ou inconsolidados da Formação Açuí, depositados sobre a forma de planícies flúvio-marinhas temos a constituição dos Gleissolos Tiomóficos, provenientes do aporte de nutrientes e sedimentos marinhos e continentais, formando o substrato que sustenta a fauna e flora (Figura 32).

Figura 32 – Caranguejo entre as raízes sobre o substrato do manguezal.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

A composição sedimentar dos depósitos flúvio-marinhos é constituída por areias finas, siltes e argilas, cuja laminação é fina e ocorrendo a incorporação da matéria orgânica, dando origem às argilas orgânicas marinhas (MARAGON, 2008). A característica desses sedimentos, relacionados com temperatura e salinidade do substrato, influenciam no habitar dos caranguejos e distribuição espacial desses (Menezes, 2007).



Sobre as cotas altimétricas mais baixas da área de estudo, onde se localiza a Formação Açuí e os bancos de sedimentação, está a planície de inundação do manguezal do Tijupá, esta forma de relevo plano favorece a entrada da maré no estuário, onde ocorre a mistura entre as águas fluviais e marinhas, proporcionando a dissolução da água salgada em contato com a doce, combinação química homogênea necessária a ocorrências destes ambientes (MIRANDA et al., 2002).

No que se refere aos fatores oceanográficos, a oscilação da maré e a energia das ondas são importantes fatores controladores na ocorrência e manutenção deste ecossistema. Quanto às ondas, o manguezal se desenvolve melhor em áreas com baixa energia de ondas, pois ondas fortes retiram as plântulas estabelecidas e os sedimentos (LUGO; SNEDAKER, 1974; TOMLINSON, 1986).

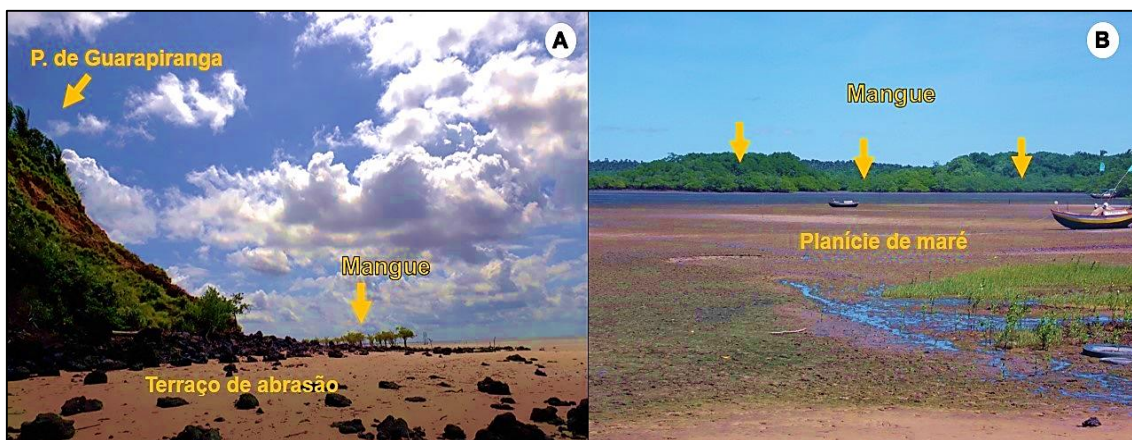
O manguezal do rio Tijupá encontra-se em um setor do litoral oriental da Ilha do Maranhão, protegida da energia das ondas mais fortes, devido a presença de formações geológicas (pontais) anteriores a área de estudo, resultando em extensas falésias, que influenciam na dinâmica costeira da área (Figura 33). Reduzindo a intensidade dos ventos (E-NE) e a energia das ondas, nas faixas posteriores (Figura 34) criando um ambiente propício para sedimentação e desenvolvimento do manguezal.

Figura 33 – Representação da dinâmica de vento e das ondas no setor sudeste da Ilha. Maranhão.



Fonte – Adaptado Google Earth PRO (2018); RADAM (1973).

Figura 34 – (A) Vista da faixa litorânea, anterior a Ponta de Guarapiranga, vegetação de mangue pouco desenvolvida; (B) Vista da faixa litorânea, posterior a P. de Guarapiranga, maior densidade e estatura da vegetação de mangue.



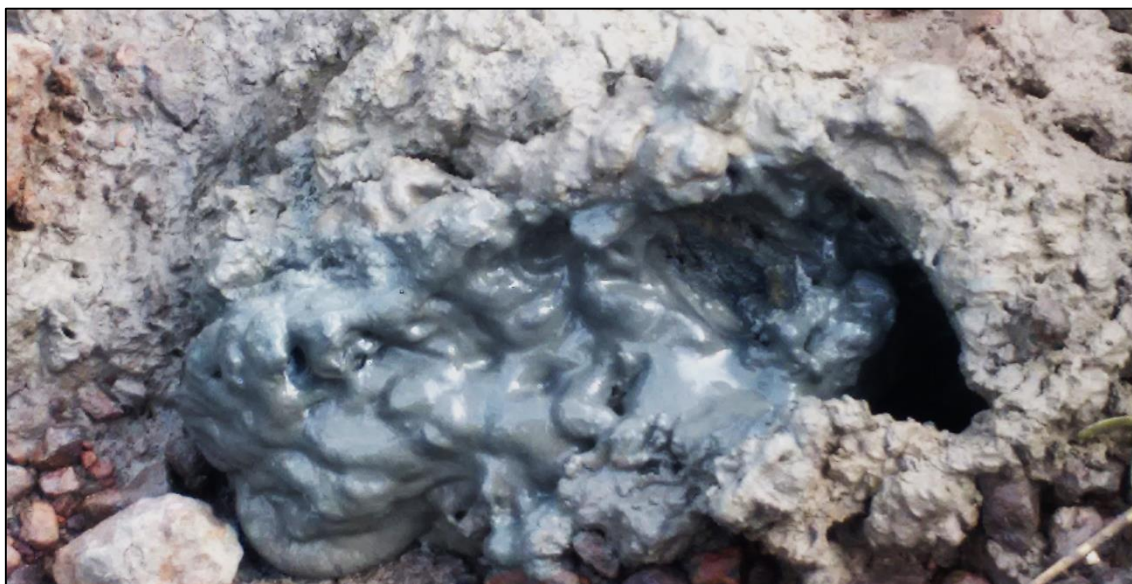
Fonte: Elaboração própria (2018).

O caráter semidiurno e a amplitude das marés (RODRIGUES, 2006), somado as características climáticas da área, possibilitam a manutenção e renovação dos níveis de sal, pH, nutrientes no sistema. Este ambiente permite maior desenvolvimento da flora e da fauna, que se torna mais diversa, se comparado a locais hipersalinos, que limitam o desenvolvimento estrutural do mangue e a diversidade da fauna.

No manguezal do rio Tijupá, o bosque atinge cerca de 25 metros de altura, as árvores mais altas são representadas pela *Rhizophora mangle*, que são caracterizadas pela baixa tolerância a salinidade e são mais resistentes a variações na maré (MCKEE, 1992). Logo, se há o maior desenvolvimento estrutural do mangue, maior a disponibilidade de folhas e o volume da serapilheira, influenciando na provisão de matéria orgânica e nutrientes para a endo e epifauna, como é o caso do *Ucides cordatus* que se alimenta das folhas da *Rhizophora* (MOCHEL, et al, 2001).

Isto pode influenciar diretamente na população de caranguejos, no aumento de tocas e consequentemente do processo de bioturbação (revolvimento dos sedimentos – Figura 35), contribuindo para o estabelecimento de um habitat favorável para outras espécies de menor escala.

Figura 35 – Sedimentos revolvidos pela escavação de toca do caranguejo.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Destaca-se no manguezal do rio Tijupá a coleta de caranguejos e a pesca nos canais de maré e estuário. A presença dos escavadores é fundamental para que ocorra a oxigenação do substrato, através da perfuração das tocas e por auxiliar na movimentação da matéria orgânica e ciclagem dos sedimentos do substrato no processo de escavação (MOCHEL et al., 2001).

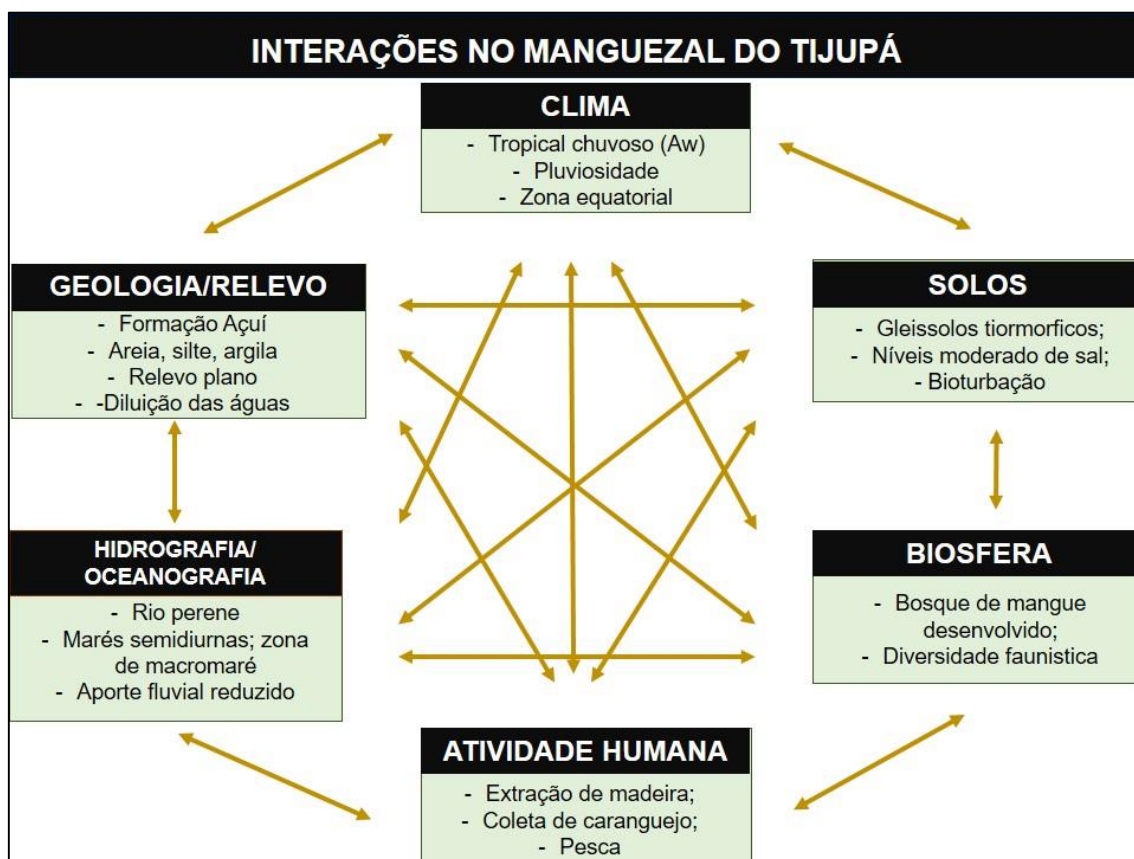
Para compreender como se dão as interações (Figura 36) é necessário conhecer as características de cada elemento e qual influência dele sobre os outros aspectos, para desta maneira estabelecer as relações entre os elementos naturais e o seu produto.

Compreender como se dá a relação entre os elementos, permite elucidar qual a ligação (Figura 37) e importância de cada feição do manguezal (apicum, bosque de mangue, lavado e canais de maré), subsidiando a análise do funcionamento do ecossistema e a dinâmica de oferta dos serviços.

É perceptível a relação existente entre a interação entre os elementos do manguezal e a dinâmica de oferta dos serviços ecossistêmicos. Por exemplo; a distribuição de sedimentos no substrato do mangue e a pluviosidade, podem ser fatores que influenciam na abundância e nos tipos de espécies (serviços de provisão).

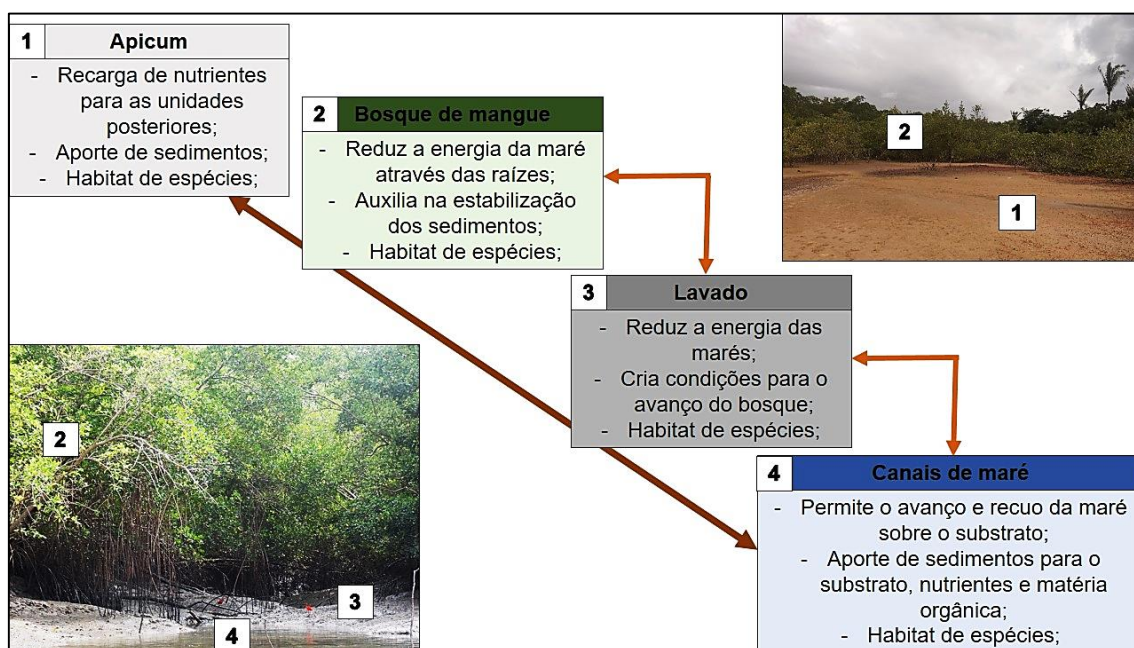


Figura 36 - Esquema sintetizado a interação entre os elementos no manguezal do rio Tijupá.



Fonte – Elaboração própria (2018).

Figura 37 - Esquema sintetizado a interação entre os elementos no manguezal do rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).

### 3.2 Identificação e espacialização dos serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá

#### 3.2.1 Serviços de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá

Os Serviços Ecossistêmicos de provisão, caracterizam –se por todos os produtos nutritivos, materiais e energéticos do ecossistema, ou seja, são todos os bens que podem ser consumidos, vendidos e convertidos em outros produtos para consumo. A exemplo de peixes, caranguejos, forragem, utilização de propágulos para recuperação de áreas degradadas, madeira convertida em carvão para fins domésticos e outros.

A identificação dos serviços de provisão (Figura 38) do manguezal do Tijupá foi realizada a partir da percepção dos moradores das comunidades de Caracueira, Tajipuru, Mato Grosso, Coquilho e São Paulo, apoiado na literatura sobre serviços ecossistêmicos em manguezal, na classificação da CICES e no levantamento das características ambientais das unidades do manguezal da área.

Os serviços de provisão identificados no Tijupá (Quadro 12), estruturados de acordo com a hierarquia da CICES (divisão – grupo – classe), sendo acrescentado mais duas colunas, correspondentes as formas de uso do serviço, os exemplos identificados na área e a unidade do manguezal fornecedora do serviço. Esta classificação permite a adaptação da tabela de acordo com a escala de trabalho, variando do mais abrangente ao mais específico (SOUZA et al., 2016).

Figura 38 – Exemplo do consumo de camarão na comunidade Coquilho.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Quadro 12- Classificação dos Serviços Ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá.

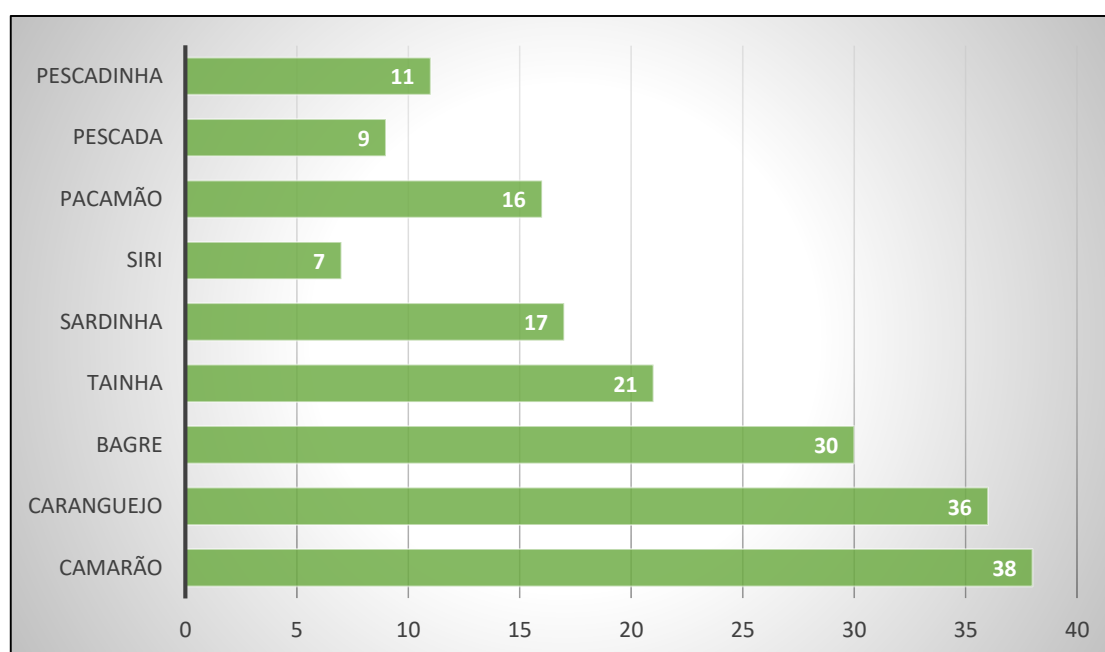
SERVIÇOS DE PROVISÃO – MANGUEZAL DO RIO TIJUPÁ					
D*	GRUPO	CLASSE	USO	EXEMPLO	UNIDADE
N <sup>1</sup>	Biomassa	Animais selvagens e suas saídas	Pesca	Bagre; Tainha; Sardinha; Pacamão; Camarão; Pescada; Pescadinha; Guaravira;	Canais de maré
				Tralhoto; Peixe Pedra; Baiacu; Uritinga; Banderado; Corvina; Solha	
				Siri	Lavado/Canais de maré
			Apicultura	Caranguejo	Bosque de mangue
				Mel	Bosque de mangue
M <sup>2</sup>	Biomassa	Fibras e outros materiais da biota para uso direto ou transformação	Madeira convertida em materiais	Cercas; Caibro Suporte;	Bosque de mangue
			Utilização da fauna para pesca (isca)	Camarão; Sardinha; Turu; Chama-maré; Tamaru;	Bosque de mangue
					canais de maré, lavado e apicum;
E <sup>3</sup>	Fontes de energia a partir de biomassa	Recurso a base de plantas	Madeira convertida em energia	Carvão	Bosque de mangue
* D – Divisão; <sup>1</sup> N – Nutrição; <sup>2</sup> M – Materiais; <sup>3</sup> E – Energia					

Fonte: Adaptado CICES (2013).

A classe “animais selvagens e suas saídas” corresponde a toda fauna selvagem que tem sua biomassa (grupo – CICES) utilizada para fins nutritivos. No ecossistema de manguezal da Ilha do Maranhão é comum a utilização da fauna característica destes ambientes para consumo pelas comunidades situadas na área de entorno, assim como para comercialização e consumo dentro e fora das comunidades, e em bairros vizinhos.

No manguezal do rio Tijupá, foram identificadas duas formas de uso deste serviço, através da pesca e da Apicultura. No que se refere a pesca, quando questionados sobre o que costumavam pescar, as espécies mais citadas (Figura 39) pelos moradores foram: bagre, tainha (*Mugil* sp.), sardinha (*Sardinella* sp.), pescadinha (*Cynoscion* sp), camarão (*Litopenaeus* sp; *Xiphopenaeus* sp), siri (*Callinectes* sp), caranguejo (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763), pescada (*Cynoscion* sp) e pacamão (*Batrachoides* sp).

Gráfico 01 – Representação do quantitativo das espécies mais indicadas durante as entrevistas.

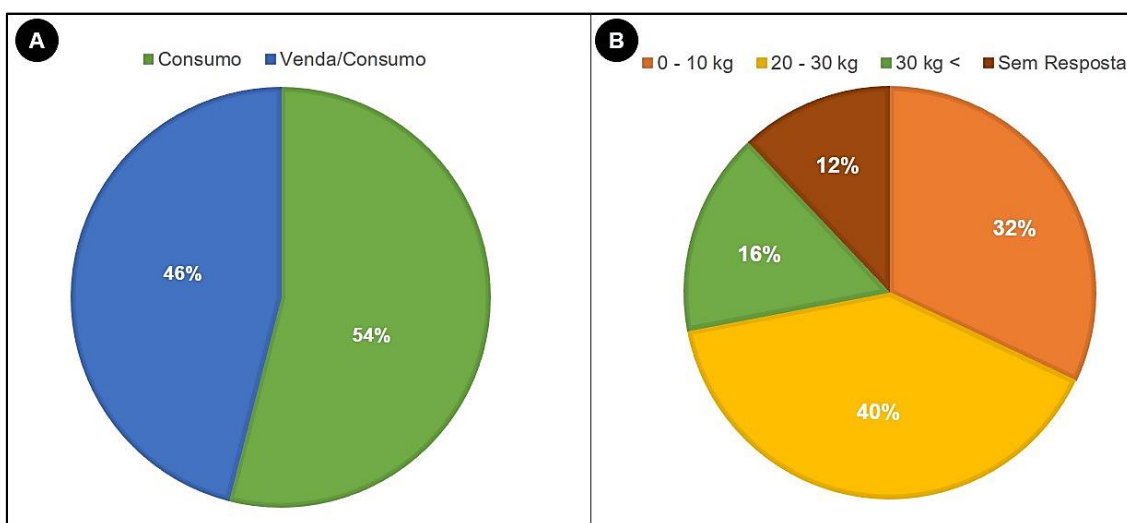


Fonte: Elaboração própria (2018).

Outras espécies foram citadas, porém em menor ocorrência (abaixo de 5 vezes), que foram: guaravira (*Trichiurus* sp), tralhoto (*Anableps* sp), peixe pedra (*Genyatremus* sp), baiacu (*Lagocephalus* sp), jurupiranga (*Arius* sp), uritinga (*Sciades* sp), banderado (*Bagre* sp), solha (*Achirus* sp) e corvina.

Todas estas espécies são utilizadas para consumo próprio e/ou comercialização dentro da comunidade ou em feiras de outros bairros, como na Cidade Olímpica, Cidade Operaria, São Raimundo, São Cristovão e Vila Cascavel. A maioria (54%) dos entrevistados afirmou pescar apenas para consumo diário da família, e só comercializam se houver excedentes (acima de 10kg) e dentro da comunidade, diferente dos que caracterizam a pesca como uma atividade econômica – 46% (Figura 40).

Gráfico 02 – Representação da porcentagem de entrevistados que: (A) consomem e vendem/consume os pescados; (B) quantidade de quilogramas (kg) que pescam.



Fonte: Elaboração própria (2018).

Com relação à quantidade dos pescados, os moradores relataram que a abundância destes vem diminuindo nos últimos 10 anos o que atribuem a mudanças na paisagem da área, os avanços na ocupação humana no setor sudeste e na área do Tibiri, assim como a proximidade ao distrito industrial e recentemente a construção do residencial na comunidade de Mato Grosso.

Os petrechos de pesca artesanal (ALMEIDA, 2008) utilizados no manguezal do rio Tijupá indicados pelos moradores são: caçoeira, linha/anzol, redinha, redes de tapagem, malhadeira/malhão, espinhel, puçá, tarrafa, tainheira, zangaria, camaroeira e arrasto. Dentre estas, as mais utilizadas pelos pescadores são: caçoeira (11%), linha/anzol (14%), redinha (31%), redes de tapagem (9%) e puçá (14%) –Figura 39.



Figura 39 – Puçá utilizada na pesca.

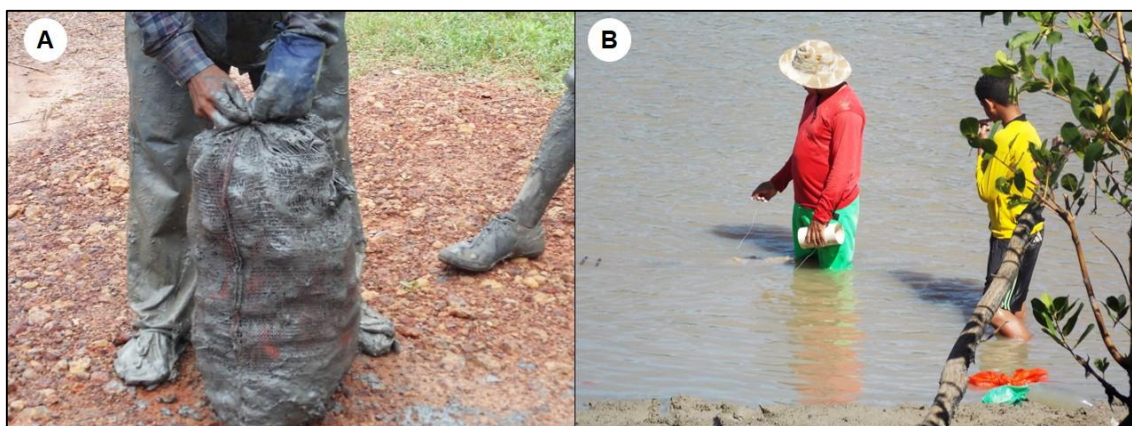


Fonte: Nayara M. Santos (2018).

A maior porcentagem de utilização da redinha corrobora com o camarão, sendo o mais citado entre os entrevistados, posto que este tipo de petrecho tem como principal alvo esta espécie, assim como a puçá (ALMEIDA, 2008). A pesca de linha/anzol (Figura 40) é muito abrangente, pois podem ser utilizadas para várias espécies de peixes pelágicos ou de fundo (op cit.)

A coleta do caranguejo uçá na área é realizada de forma artesanal também, os catadores introduzem a mão na toca, retiram o indivíduo do substrato e o colocam dentro de sacos de nylon, constituindo as “cambadas” de caranguejo (Figura 40). De acordo com Mochel (2011) o *Ucides cordatus* representa um dos recursos socioeconômicos mais importantes dos manguezais maranhenses, estima-se que mais de cem mil famílias vivam direta ou indiretamente deste recurso, considerando a comercialização formal e informal.

Figura 40 – (A) Catadores finalizando coleta de caranguejo no porto da comunidade de Caracueira; (B) Pesca de linha/anzol sendo realizada no canal de maré no porto da Serraria (Mato Grosso).



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Quando questionados sobre a melhor época do ano (período seco, chuvoso, seco/chuvoso) para realização da pesca, 52% dos entrevistados afirmaram “o ano todo, depende da maré alta e/ou boa”, 40 % optaram pelo período seco e 8 % pelo período chuvoso. Aqueles que responderam optando por todo o ano, alegaram que depende da maré, fato que se justifica por conta das marés de sizígia que ocorrem e provocam variações elevadas na maré, atingindo as áreas mais elevadas do manguezal (apicum).

Este fenômeno, provoca mudanças nos parâmetros físico-químicos da água nos canais de maré (salinidade, temperatura e oxigênio) tornando-os semelhantes aos da região costeira, permitindo o acesso de mais peixes e nutrientes através do estuário (RAMOS et al., 2011).

O fator clima é condicionante na dinâmica de oferta de serviços no manguezal, posto que ele vai influenciar o aporte fluvial, temperatura, pluviosidade, taxa de evapotranspiração, características que provocam variações nos níveis de sal e nutriente no manguezal interferindo na diversidade de fauna e flora.

Os moradores que indicaram o período seco, argumentaram que “a água é menos doce”, “não tem chuva pra atrapalhar, trazer sujeira e rasgar as redes”, “o vento é mais forte”, “a chuva espanta o peixe” e “ dá mais que no inverno”, isto é justificável por este período ser caracterizado pela maior influência da maré sobre o estuário, resultando nas condições favoráveis a maior diversidade de indivíduos.

Quanto ao inverno, mesmo afirmando que a chuva impede de sair, defenderam que é a melhor época pois os caranguejos estão mais “gordos”. Christofolletti (2008) constata que a quantidade de biomassa disponível no substrato do manguezal é maior do que a encontrada no período seco, fato que explica o maior teor de gordura no caranguejo neste período.

Outro serviço de provisão identificado na área, na classe de animais selvagens e suas saídas, foi a criação de abelhas para produção do mel e própolis (Apicultura) para comercialização. Foi identificado apenas um registro desta atividade na comunidade de Coquilho, desenvolvida de forma artesanal, de acordo com o apicultor a espécie mencionada é a abelha italiana (*Apis mellifera ligustica* Spinola, 1806), ocorrendo sobre a *Avicennia germinans* e *Rhizophora mangle*.

A montagem do apiário ocorre no ecótono (manguezal - arbustos e palmáceas), onde é construída a base para colocar as caixas (ninho e melgueiro) onde a colmeia vai produzir o mel. A caixa de cria, chamada ninho é onde fica a abelha rainha e o melgueiro é a caixa onde ficam as operárias, que ficam por cima do ninho (Figura 41). No período de alta temporada (verão) a produção do mel leva cerca de 15 a 20 dias para estar pronto para coleta.

Figura 41 - Ninho e melgueiro, caixas utilizadas para abrigar as abelhas para produção de mel, comunidade de Coquilho.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Variações nas condições climáticas influenciam diretamente na produtividade das abelhas. Temperaturas mais elevadas tendem a aumentar a produtividade da colônia devido à diminuição das necessidades metabólicas das operárias que efetuam o pastoreio, enquanto o período chuvoso tem um efeito negativo sobre a produtividade já que as



abelhas permanecem na colmeia (HARRISON, FEWELL, 2002; VANENGELSDORP, MEIXNER; 2010).

Para produção da própolis (Figura 42) é necessário que fique mergulhada no álcool de 15 a 45 dias, para ser diluído e depois coado. De acordo com o apicultor, a própolis funciona como anti-inflamatório e serve para atenuar micoses, sinusite e asma. A própolis é usada pelas abelhas para manter a colmeia livre de doenças e para fechar as frestas e a entrada do ninho, o que evita correntes de ar frio durante o inverno. Atualmente, é usada principalmente pelas indústrias de produtos de beleza e de remédios, e possui efeitos cicatrizantes, considerada um antibiótico natural (EMBRAPA, 2007).

Figura 42 - Própolis produzido na comunidade de Coquilho.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Na região de mangue, em São Luís, Reis Neto et al. (2002) catalogaram as plantas visitadas pelas abelhas e foram identificadas 31 famílias com 62 espécies, das quais apenas cinco famílias deram maior contribuição na produção do mel: *Leguminosae* (leguminosas), *Arecaceae* (palmeiras), *Anacardiaceae* (caju, siriguela), *Rubiaceae* (jenipapo) e *Combretaceae* (mangue branco). Mochel (2011) afirma que as abelhas também são encontradas sobre as espécies de *Avicennia* na região da Amazônia maranhense, no manguezal do rio Tijupá a ocorrência das abelhas foi indicada sobre a *Avicennia germinans*.

Na divisão Materiais, a classe “Fibras e outros materiais da biota para uso direto ou transformação” é caracterizada por toda biomassa do ecossistema que pode ser usada ou transformada em matérias de consumo direto ou indireto. No manguezal do rio Tijupá foram identificadas a partir dos moradores, duas formas de uso deste serviço: madeira convertida em materiais e a utilização da fauna como isca para a pesca.

Os exemplos identificados estão relacionados a extração da madeira do mangue (Figura 43) para comercialização, auxiliar na construção de casas como suporte para o telhado, em forma de caibro, como cercas e estacas para serem utilizadas na elaboração da rede de puçá, servido de suporte para o arrasto da rede no canal, chamados calões (ALMEIDA, 2008). As espécies utilizadas para isto, apontada pelos moradores, foram *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*.

As espécies de *Rhizophora* são preferidas, por alegarem que são mais resistentes que as *Avicennia*, de acordo com Friess (2016) estas eram mais macias e mais suscetíveis a pragas, enquanto que as *Rhizophora* apresentavam-se mais fortes e duráveis, sendo muito utilizado na construção de casas. Quanto a utilização da fauna para pesca, foram identificadas algumas espécies do manguezal como isca para esta atividade, foram: o camarão (*Xiphopenaeus sp*), sardinha (*Sardinella sp*), o turu (*Neoteredo sp*), chama-maré (*Uca sp*), o tamaru (*Alpheus sp*) e a sapequara (*Littoraria sp*) – Figura 43.

Figura 43 – (A) Madeira do mangue sendo utilizada como cerca, comunidade Caracueira; (B)Gastrópode (sapequara, *Littoraria sp*) utilizado como isca, sobre folha de *Laguncularia racemosa*.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

Dentro do grupo “Fontes de energia a partir de biomassa”, na classe recursos à base de plantas, caracterizada pela utilização de plantas como fonte energética para

desenvolvimento de outras atividades, destaca-se a extração de madeira (em grande escala) para ser comercializada para utilização como carvão e lenha em olarias, de acordo com relato de moradores que moram há mais de 20 anos na área

Mochel (1997; 2011) corrobora com esta afirmação, ao afirmar nos seus estudos que a lenha e o carvão de mangue eram utilizados como fonte de energia em padarias, olarias e casas, e que todas as espécies de mangue são utilizadas nesse processo. Apesar deste tipo de atividade não ter sido identificado atualmente na área, devido a proibição da extração de madeira do mangue e as fiscalizações, a retirada do mangue (Figura 44) ainda ocorre com outras finalidades, como assinalado nos serviços referente ao uso de fibras e outros materiais da biota para uso direto ou transformação.

Figura 44 – Madeira do mangue encontrada no porto da comunidade de Caracueira.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

A utilização da madeira do mangue como carvão, justifica-se pelo seu elevado potencial calorífico e pouca produção de fumaça, principalmente as do gênero *Rhizophora* (VANUCCI, 2002). Outros serviços (não indicados pelos moradores) podem ser identificados na área a partir da literatura sobre os usos do manguezal, posto que o manguezal do rio Tijupá apresenta características para provisão dos mesmos (Quadro 13).

A classe de “plantas silvestres, algas e suas saídas” representa a vegetação que pode ser consumida ou decomposta para fins nutricionais, o bosque de mangue produz importantes fontes nutricionais para dinâmica da cadeia alimentar dentro deste ecossistema, onde raízes, troncos, folhas, algas e outros servem de alimento para outras

espécies, como é o caso de caranguejos e insetos que consomem as folhas caídas sobre o substrato.

Mochel et al. (2001) destacam que no relatório do Grupo de Estudo sobre o *U. cordatus*, realizado em 1994, apontaram como as folhas de *R. mangle* como uma importante fonte alimentar para este caranguejo, onde geralmente são encontrados sob as árvores de *R. mangle*. Estudos desenvolvidos por Mochel (1997) e Mochel et al. (2001) identificam essa variedade de plantas e algas presentes nos manguezais da Ilha, caracterizadas como parte constituintes da cadeia alimentar deste sistema.

Quadro 13 - Classificação dos potenciais Serviços Ecossistêmicos de provisão para o manguezal do rio Tijupá

POTENCIAIS SERVIÇOS DE PROVISÃO – MANGUEZAL DO RIO TIJUPÁ					
D*	GRUPO	CLASSE	USO	AUTORES	UNIDADE
N <sup>1</sup>	Biomassa	Plantas silvestres, algas e suas saídas	Provisão de nutrientes para fauna	Almeida (2001); Mochel (1997; 2011); Mochel et al. (2001)	Bosque de mangue; lavado
M <sup>2</sup>	Biomassa	Fibras e outros materiais da biota para uso direto ou transformação	Extração de tanino		Bosque de mangue;
			Utilização de propágulos	Moraes et al. (2010); Mochel et al. (2001)	Bosque de mangue;
* D – Divisão; <sup>1</sup> N – Nutrição; <sup>2</sup> M – Materiais; <sup>3</sup> E – Energia					

Fonte: Adaptado CICES (2013).

Ainda no grupo da biomassa, dentro da divisão materiais, temos a extração de tanino, inclusa na classe “Fibras e outros materiais da biota para uso direto ou transformação”. Árvores de *Rizophora sp.* também são cortadas para extração de tanino, um polifenol, de importante valor econômico presente na casca do mangue, utilizado para diversos fins, como tingimento de redes e velas de embarcações, para curtume, fins farmacêuticos, entre outros. (MOCHEL, 1997, 2011; MOCHEL et al., 2001).

O tanino é encontrado na *R. mangle* e *L. racemosa*, porém o teor é mais elevado na *Rhizophora* (GODOY et al, 1997). Com relação a utilização de propágulos (Figura



47), pode-se enfatizar a utilização deste material reprodutivo das espécies do mangue, para ações de recuperação das áreas degradadas no ecossistema, assim como o cultivo de espécies (MOCHEL, 2001; MORAES et al., 2010).

Figura 45 – Fruto e propágulos das espécies do mangue, que podem ser utilizadas no processo de recuperação de áreas degradadas no ecossistema.



Fonte: Nayara M. Santos (2018).

A oferta de Serviços Ecossistêmicos está relacionada a diversidade dos ambientes, potencializando ou limitando a oferta dos SE. Quando a áreas apresenta um mosaico de diferentes sistemas ambientais, torna-se mais fácil diferir a unidade e os serviços prestado. Porém, quando se trabalha com somente um sistema ambiental, a diferenciação das unidades e dos serviços, torna-se mais complexa, como é o caso do manguezal que mesmo apresentados suas particularidades é considerado como uma unidade homogêneas prestadora de diversos SE.




### 3.2.2 Mapeamento dos serviços de provisão

Representar cartograficamente a distribuição espacial dos serviços ecossistêmicos de uma área, permite indicar e calcular o potencial de um ambiente a prestar SE distintos, de acordo com as diferentes unidades ambientais, e quanto determinado unidade prestadora está vulnerável a uma intervenção antrópica. Além disso, conhecer as particularidades de cada ambiente, ajuda a compreender porque um fragmento presta mais serviços que o outro.

Para analisar a dinâmica espacial da oferta dos serviços de provisão da área, foi necessário o refinamento da compartimentação das unidades geoambientais do manguezal do Tijupá, referente ao bosque de mangue. Posto que os usuários do mangue, relacionaram alguns serviços a uma determinada espécie, por exemplo, a utilização da *R. mangle* e da *L. racemosa* para confecção de caibros, e na literatura também é possível identificar estas relações, como no caso da extração do tanino.

Para um maior detalhamento dessa dinâmica no manguezal da área, uma nova compartimentação foi produzida para o bosque de mangue (Figura 46), seguindo os mesmos procedimentos descritos no item 2.2.1, sendo levado em consideração a ordem de dominância das espécies identificadas em campo e a textura nas imagens (Quadro 14).

Quadro 14 – Chaves de interpretação para diferenciação do bosque de mangue.

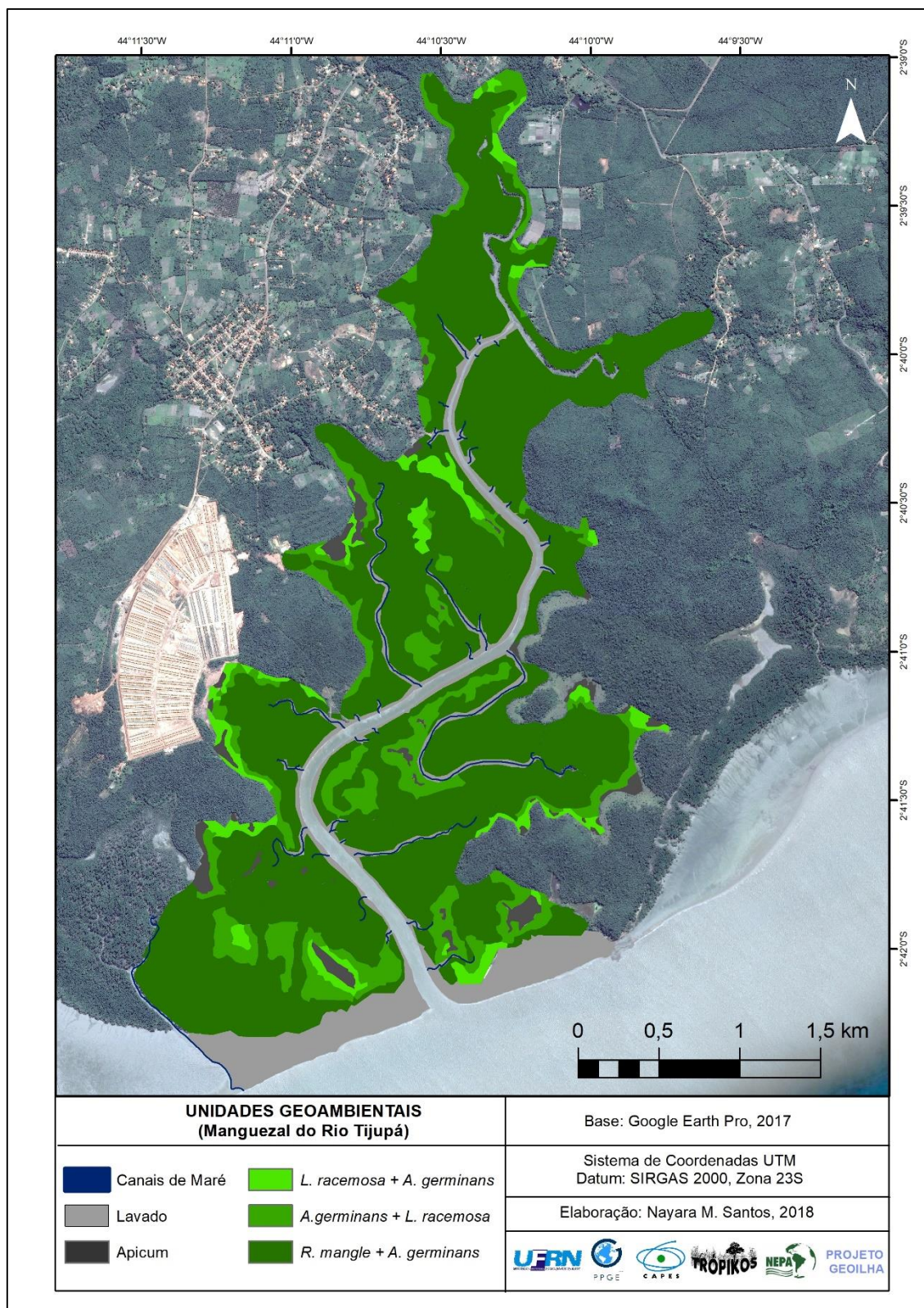
IMAGEM	CARACTERÍSTICAS	DOMINÂNCIA	LEGENDA
	Textura rugosa/densa e arbórea; tonalidade verde escuro	<i>R.mangle</i> (R); ocorrência de <i>A. germinans</i> (A)	R + A
	Textura rugosa/densa arbórea na transição para o arbustivo mais esparsa; tonalidade de verde em tons médios	<i>A. germinans.</i> (A); ocorrência de <i>L. racemosa.</i> (L)	A + L
	Textura rugosa mais arbustiva e esparsa; tonalidade de verde claro	<i>L. racemosa.</i> (L); ocorrência de <i>A. germinans.</i> (A)	L + A

Fonte: Elaboração própria (2018).

Representar cartograficamente a distribuição espacial dos serviços ecossistêmicos de uma área, permite indicar e calcular o potencial de um ambiente a prestar SE distintos, de acordo com as diferentes unidades ambientais, e quanto determinado unidade prestadora está vulnerável a uma intervenção antrópica. Além disso, conhecer as particularidades de cada ambiente, ajuda a compreender porque um fragmento presta mais serviços que o outro.



Figura 46 - Mapa das unidades geoambientais do manguezal do Tijupá



Fonte: Elaboração própria (2018).

Representar cartograficamente a distribuição espacial dos serviços ecossistêmicos de uma área, permite indicar e calcular o potencial de um ambiente a prestar SE distintos, de acordo com as diferentes unidades ambientais, e quanto

determinado unidade prestadora está vulnerável a uma intervenção antrópica. Além disso, conhecer as particularidades de cada ambiente, ajuda a compreender porque um fragmento presta mais serviços que o outro.

As diferentes zonas, apresentam particularidades específicas de cada ambiente e isto influenciará na oferta dos SE, um exemplo disso é a extração de tanino do mangue. Essa substância é encontrada, em sua maioria, em espécimes de *Rhizophora m.* e *L. racemosa*. Logo, uma área onde o bosque de mangue é composto predominantemente por estas espécies apresenta potencial para o uso deste serviço. Através da espacialização dessas informações é possível visualizar a dinâmica de oferta dos SE.

Na identificação dos serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal do rio Tijupá, os usuários indicavam as espécies da fauna e da flora que extraíam da área. Cada elemento deste pertence a uma (ou mais) unidade ambiental (apicum, bosque de mangue, lavado e canais de maré), contudo, o manguezal é tido como uma única unidade prestadora de diversos serviços, generalizando a importância das particularidades dentro deste ambiente.

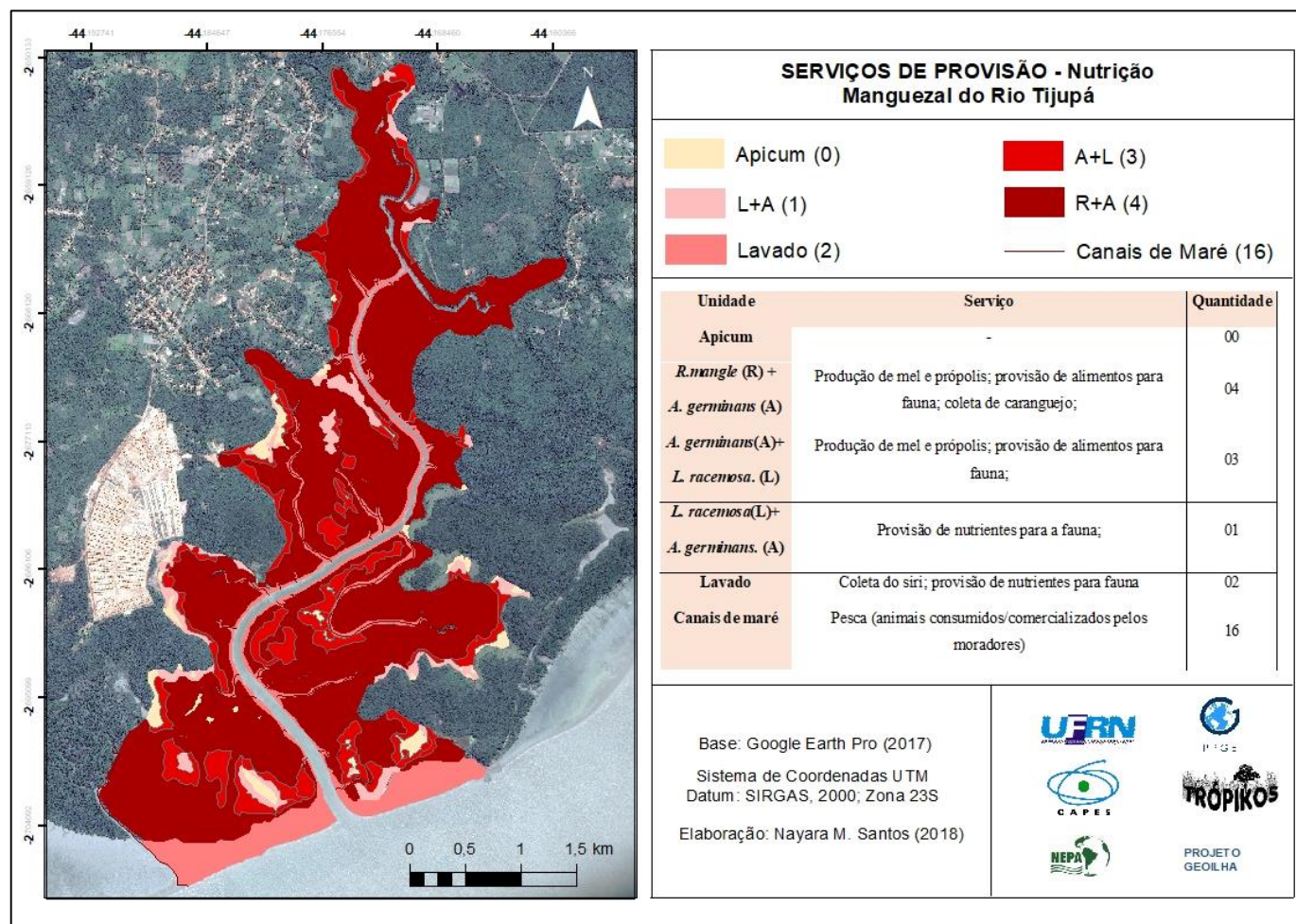
Referente ao potencial de prestação de serviços de provisão (Figura 47), na divisão nutrição (produtos consumidos como fonte nutritiva), a unidade apicum não apresenta, na área, nenhum uso nesta categoria, as características ambientais (salinidade elevada) desta zona, interferem no desenvolvimento da fauna e flora (HADLICH; UCHA; CELINO, 2008), limitando a oferta de SE neste setor.

No bosque de mangue ( $L + A$ ), o único serviço relacionado a nutrição, identificado como SE potencial para o manguezal do Tijupá, foi a provisão de nutrientes para a fauna, posto que as folhas, frutos, galhos e flores destas espécies são consumidas pela fauna presente sobre e sob o substrato do manguezal (ALMEIDA, 2001). Na zona  $A + L$ , foi identificado pelos usuários a produção de mel e própolis por abelhas encontradas em *Avicennia sp* e como SE potencial, a provisão de alimentos para fauna (op cit.).

No compartimento com predominância de *R. mangle*. ( $R + A$ ) ocorrem os mesmos serviços que na zona anterior, com o acréscimo da coleta de caranguejo que ocorre no bosque de mangue um modo geral, porém a espécie coletada na área (*Ucides cordatus*) é encontrado geralmente onde há predominância de *R. mangle* (MOCHEL, et al. 2001).



Figura 47 – Mapa da distribuição espacial dos SE relacionados a Nutrição por unidade geoambiental, manguezal do rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).

Ainda na categoria de nutrição dos serviços de provisão do manguezal do rio Tijupá, a unidade do lavado, ocorre o siri consumido pelos moradores da área, é encontrado nos limites com os canais de maré, e a provisão de nutrientes para fauna. Na unidade referente aos canais de maré, foram identificados 16 animais consumidos na área a partir dos usuários, estas são típicas deste tipo de habitat

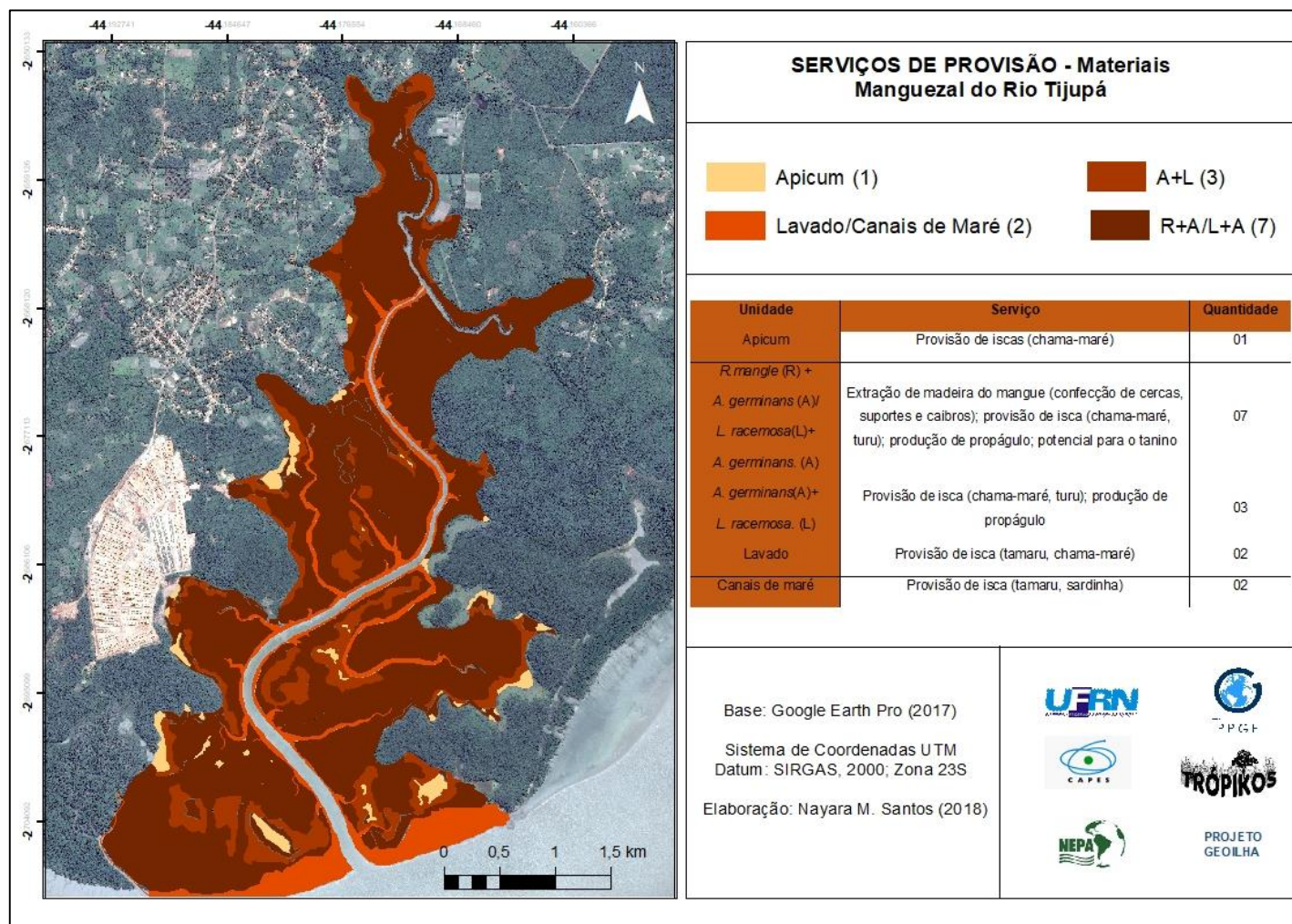
Na divisão de Materiais, a unidade apicum apresenta a provisão de iscas para comunidades, através do uso do chama-maré (*Uca* spp.), esta espécie ocorre também nas outras unidades (MENEZES, 2007), tornando este um serviço prestado por todo o manguezal. Além deste, no compartimento  $L + A$ , é caracterizada pela extração de madeira do mangue, para confecção de cercas, suportes e caibros, a espécie são de *L. racemosa* e *R. mangle* (unidade bosque de mangue -  $R + A$ ).

Outro serviço provido por esta unidade, é a fauna utilizada como instrumento para a pesca, o turu (*Neotredo* sp.) é utilizado como isca durante esta atividade, este molusco decompositor, ocorre dentro dos troncos da arvores do mangue (S. FILHO et al., 2008), logo este serviço é distribuído por todo o bosque de mangue, independente da espécie do mangue.

Ainda no bosque de mangue, foram identificados o potencial para prestação de mais 02 serviços, relacionados a extração de tanino (MOCHEL et al., 2001; MOCHEL, 2011), um polifenol encontrado nas espécies de *L. racemosa* e *R. mangle* (unidade  $R + A$ ). E a utilização dos propágulos de *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa* para recuperação de áreas degradadas no manguezal (MOCHEL, 2001; MORAES et al., 2010). Todos estes serviços citados são encontrados na unidade  $R + A$  (Figura 48).

Na zona  $A + L$ , foram contabilizados os serviços referentes a provisão do *Neoteredo* sp e do *Uca* sp para utilização como isca e a produção de propágulos para utilizar na recuperação de áreas degradadas. O lavado e canais de maré também são unidades caracterizadas pela oferta de fauna para utilização como isca, como os exemplos encontrados na área de estudo: chama-maré (lavado), sardinha (canal de maré) e o tamaru – *Alpheus* sp (lavado e canal de maré).

Figura 48 – Mapa da distribuição espacial dos SE relacionados aos Materiais por unidades geoambientais, manguezal do rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).

Na categoria Energia, referente a utilização de biomassa para produção de fonte energética para produção de carvão, a única unidade geoambiental do manguezal que oferta este serviço é o bosque de mangue (Figura 49), independente da espécie (MOCHEL, 1997; 2011), utilizado atualmente para fins domésticos, já foi um recurso muito utilizado em olarias e padarias da Ilha.

Nas outras unidades (apicum, lavado e canais de maré) este tipo de serviço é limitado pela ausência da ocorrência das espécies características do bosque de mangue, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*. Não foi identificado na literatura, nenhum outro serviço potencial para área correspondente a esta categoria de produção de energia através da utilização da biomassa.

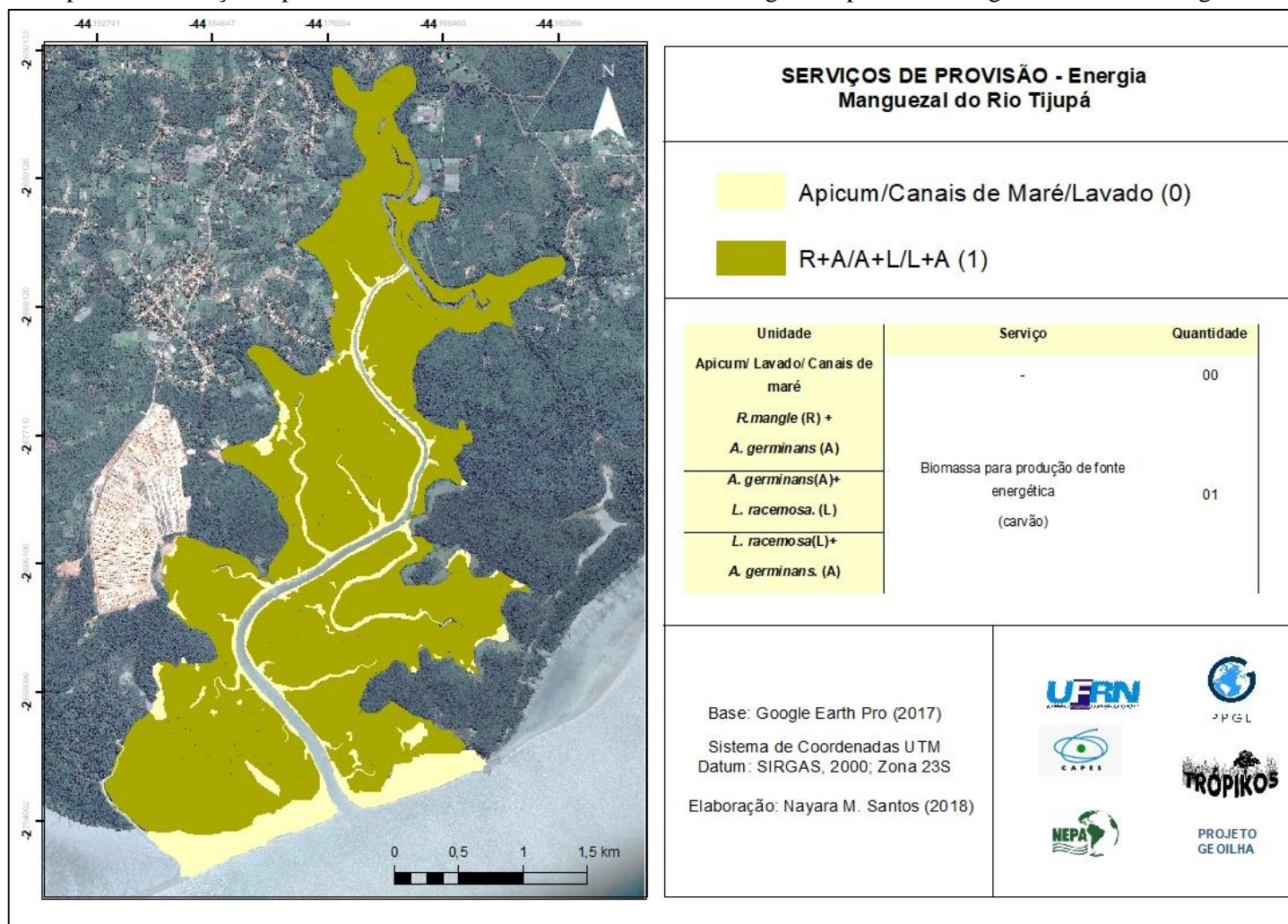
Contudo, a identificação dos SE de provisão e a espacialização destes por unidades geoambientais permite inferir que as unidades ofertam diferentes serviços, devido as características específicas de cada unidade ou dos elementos que as compõe. Assim como possuem potenciais distintos de oferta dos SE, devido à presença ou ausência de gêneros de fauna/flora ou outros fatores (salinidade, substrato, etc.) que podem limitar a oferta destes nas unidades.

As informações do total de serviços prestados por unidade estão sintetizadas no quadro relacionando: unidade geoambiental, área (ha), serviço (nutrição/materiais/energético), indicador e quantidade (Quadro 15) e espacializadas na Figura 50, representando a distribuição do total de serviços ecossistêmicos prestados por unidade geoambiental do manguezal do rio Tijupá.

Os serviços ecossistêmicos de provisão são diversos e fornecidos por diferentes elementos de um sistema ambiental, representar como eles se distribuem espacialmente nas unidades, permite indicar quais são os compartimentos potenciais na oferta de SE. Além disso, conhecer o contexto geográfico em que está inserido o ecossistema, é necessário para inferir sobre as formas de uso que ocorrem na área e como elas se relacionam com os SE.



Figura 49 – Mapa da distribuição espacial dos SE relacionados aos Recursos Energéticos por unidades geoambientais, manguezal do rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).

Quadro 15 – Síntese da relação entre as unidades ambientais e os SE prestados no manguezal do Tijupá.

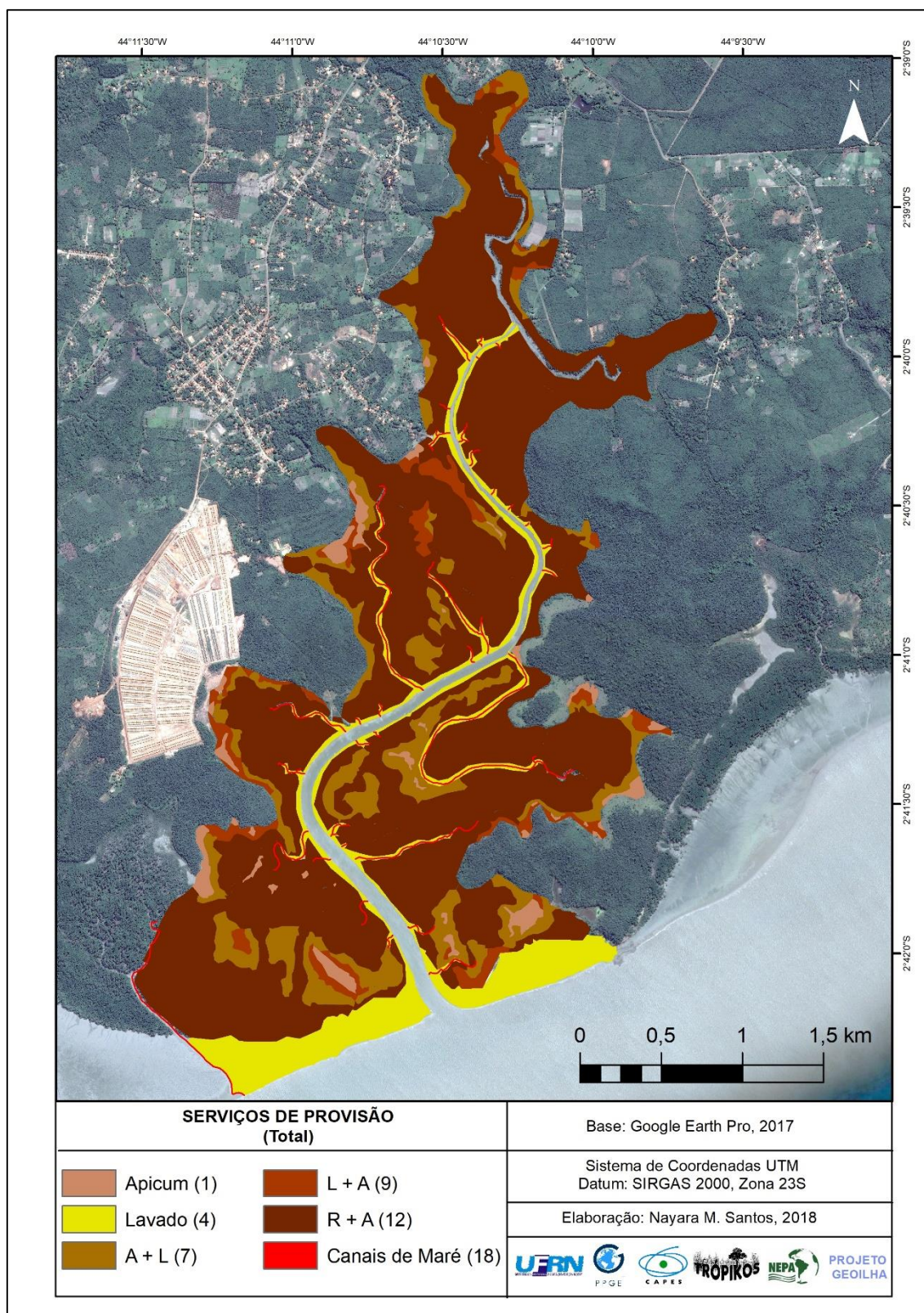
UNIDADE	ÁREA	USO	SERVIÇO	INDICADOR	Qtd.
<b>Apicum</b>	20,9 ha	Utilização da fauna para pesca (isca)	<b>Materiais</b>	Presença do chama-maré ( <i>Uca sp</i> );	01
<b>B. Mangue R + A</b>	569,5 ha	Apicultura	<b>Nutrição</b>	Presença de abelhas ( <i>Apis sp</i> ); Produção de mel e própolis;	12
		Pesca	<b>Nutrição</b>	Presença de caranguejos ( <i>U. cordatus</i> )	
		Provisão de nutrientes para fauna	<b>Nutrição</b>	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e/ou animais mortos;	
		Madeira convertida em materiais	<b>Materiais</b>	Presença de alguma espécie do mangue;	
		Utilização da fauna para pesca (isca)	<b>Materiais</b>	Presença de turu ( <i>Neoterredo sp</i> ), chama-maré;	
		Extração de tanino	<b>Materiais</b>	Presença de <i>R. mangle</i> e/ou <i>L. racemosa</i> .;	
		Utilização de propágulos	<b>Materiais</b>	Presença de alguma espécie do mangue	
		Madeira convertida em energia	<b>Energia</b>	Presença de alguma espécie do mangue	
<b>B. Mangue A + L</b>	103,9 ha	Provisão de nutrientes para fauna	<b>Nutrição</b>	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e/ou animais mortos;	07
		Apicultura	<b>Nutrição</b>	Presença de abelhas ( <i>Apis sp</i> ); Produção de mel e própolis;	
		Utilização da fauna para pesca (isca)	<b>Materiais</b>	Presença de turu ( <i>Neoterredo sp</i> ), chama-maré;	
		Utilização de propágulos	<b>Materiais</b>	Presença de alguma espécie do mangue	



<b>B. Manguê</b> <i>L + A</i>	35, 4 ha	Provisão de nutrientes para fauna	<b>Nutrição</b>	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e/ou animais mortos;	09
		Madeira convertida em materiais	<b>Materiais</b>	Presença de alguma espécie do mangue;	
		Utilização da fauna para pesca (isca)	<b>Materiais</b>	Presença de turu ( <i>Neoteredo sp</i> ), chama-maré;	
		Extração de tanino	<b>Materiais</b>	Presença de <i>R. mangle</i> e/ou <i>L. racemosa.</i> ;	
		Utilização de propágulos	<b>Materiais</b>	Presença de alguma espécie do mangue	
<b>Lavado</b>	98,5 ha	Pesca	<b>Nutrição</b>	Presença de siri ( <i>Callicnetes sp</i> )	04
		Utilização da fauna para pesca (isca)	<b>Materiais</b>	Presença de tamaru ( <i>Alpheus sp</i> ), chama-maré;	
<b>Canais de Maré</b>	11, 76 km	Pesca	<b>Nutrição</b>	Presença de peixes típicos do ambiente de manguezal e/ou estuarino;	18
		Utilização da fauna para pesca (isca)	<b>Materiais</b>	Presença de sardinha ( <i>Sardinella sp</i> ), tamaru;	

Fonte: Elaboração própria (2018).

Figura 50 – Mapa da distribuição espacial dos SE Totais por unidades ambientais no manguezal do rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).

No manguezal do rio Tijupá a partir dos usos identificados, as unidades ambientais potencialmente prestadoras de serviços foram o bosque de mangue e os canais de maré, onde o mangue destacou-se na provisão de materiais e a os canais, no aprovisionamento recursos nutritivos. Os dados do mapeamento em conjunto com as informações dos usuários locais, possibilita identificar os pontos de extração dos SE (Figura 51).

Estes pontos são caracterizados como os locais onde a maioria dos usuários costumam ir para utilizar e/ou extrair o serviço, o que irá depender da acessibilidade ao ponto e da densidade ocupacional no entorno. Na área de estudo a maiorias dos serviços foram indicados na margem esquerda do manguezal, onde há maior concentração das comunidades (Coquilho, Mato Grosso, Tajipuru e Caracueira) e vias de acesso terrestre, para ir até a margem direita o acesso só ocorre via embarcações ou pela comunidade de São Paulo.

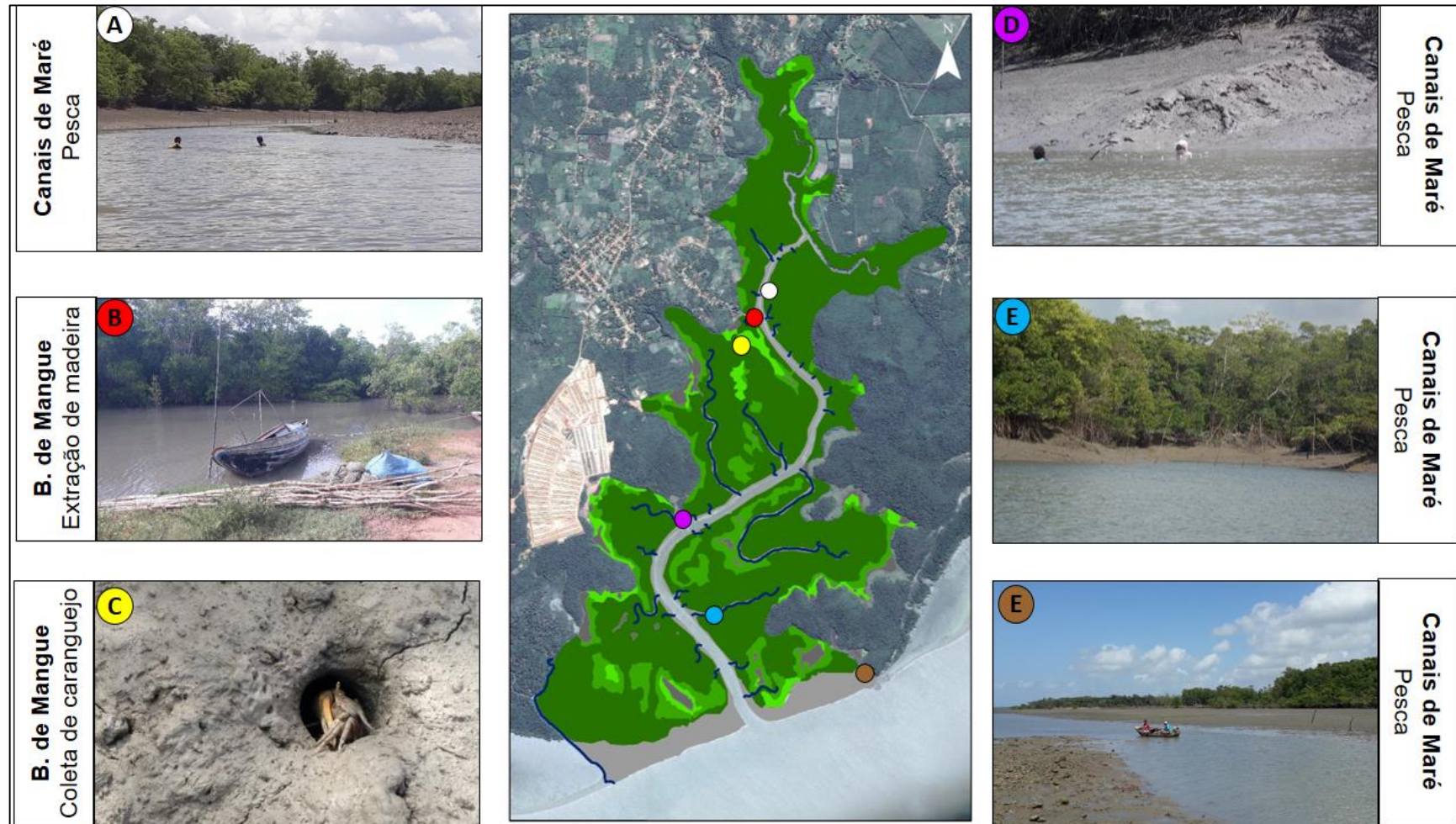
Durante todo o curso do rio é possível identificar redes (Figura 51 – E) instaladas na embocadura dos canais de maré, ou então pescadores dentro dos canais praticando o arrasto do camarão/peixes (Figura 51 – A e D). No entorno do Porto de Caracueira (Figura 51 – B e C) foram indicadas as atividades relacionadas a extração de madeira e coleta de caranguejo. A Ponta de Tabaiana (Figura 51 – E) foi indicada pelos usuários como um local propício para pescarias em grande quantidade.

Todas estas informações são cruciais para integrar o mapeamento, posto que dados sobre a distribuição, intensidade e demanda dos serviços são importantes para identificar as áreas mais vulneráveis as intervenções antrópicas e as perdas e os ganhos na oferta de SE (necessidade de estudos ecológicos aprofundados, no que se refere a produtividade da fauna e flora).

A análise destes dados fornece suporte para gestão do manguezal e das formas de uso dos recursos prestados por ele, considerando as potencialidades e fragilidades do apicum, bosque de mangue (e sua diversidade de espécies), lavado e dos canais de maré. Os dados produzidos pela identificação, classificação e espacialização dos SE pode ser integrado a outras informações biológicas, oceanográficas, geoquímicas e ecológicas mais específicas permitindo análises mais verticalizadas da dinâmica de cada SE



Figura 51 – Pontos de extração dos serviços de provisão no manguezal do Rio Tijupá.



Fonte: Elaboração própria (2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem dos Serviços Ecossistêmicos apresenta-se como uma nova perspectiva para trabalhar a análise integrada do ambiente, posto que a partir dela é possível visualizar e estabelecer as ligações entre os processos e agentes transformadores da paisagem com o desenvolvimento das atividades antrópicas, através da identificação dos SE.

Pensar na produção do SE a partir de um ecossistema, limita a visão para algumas áreas do conhecimento, reduzindo a importância dos serviços a um caráter biótico. Pensar nestes como parte do capital (visão antropocêntrica), limita o acesso da sociedade aos serviços, posto que a valoração financeira pode gerar um sentimento de “moeda de troca”, onde nem todos possuem poder aquisitivo para se beneficiar dos SE, é necessário atingir um meio-termo.

A Geografia como ciência que busca compreender as relações espaciais entre os aspectos naturais e a dinâmica da sociedade, apresenta elementos que contribuem para elucidar algumas questões dentro da discussão dos SE. Uma destas questões seria a distinção entre Serviços Ecossistêmicos e Serviços Ambientais, o termo “ecossistêmicos” remete diretamente a ideia de serviços prestados pela biodiversidade, enquanto “ambientais” reporta para a ideia de serviços prestados por um conjunto de elementos (abióticos).

Aplicar a abordagem geográfica para análise dos Serviços permite fortalecer a discussão sobre os Serviços Ambientais sobre uma perspectiva mais científica, posto que no Brasil, está é uma temática ainda muito aplicada e discutida no âmbito do planejamento, gestão e PSA's. As raízes científicas desta discussão ainda são muito frágeis, é necessário um esforço na aplicação das ferramentas oferecidas pela Geografia para sustentar estas discussões.

No que se refere a identificação dos SE é crucial que seja realizado um levantamento prévio de todos os bens que o ecossistema pode fornecer. A partir disso, é recomendável que este seja realizado junto aos usuários beneficiados pelo ecossistema, pois estes, possuem parte do conhecimento necessário para compreender a temporalidade, frequência, nível de dependência, os pontos potenciais de oferta de SE e as espécies utilizadas capturadas e consumidas (principalmente nos serviços de provisão e culturais).



Todos estes fatores são relevantes para analisar como a localização geográfica influencia no uso, oferta e difusão dos serviços ecossistêmicos, posto que cada lugar apresenta sua própria dinâmica de vida, onde os SE podem ser muito ou pouco valorizados. Informações mais detalhadas sobre as características dos SE em diferentes zonas, enriquece o banco de dados sobre a diversidade deste, permitindo avanços nas pesquisas, no que se refere a modelagens e métodos de valoração mais coerentes.

Na literatura há uma gama de trabalhos que aborda sobre os diversos tipos de serviços prestados pelo manguezal, porém a nomenclatura utilizada por estes é diversa e muitas vezes não utilizam o termo “Serviços Ecossistêmicos”. Além disso, discutem os SE de forma muito abrangente, pontuando serviços muito gerais e que são por vezes, citados na maioria dos trabalhos, como acúmulo de carbono, proteção costeira, controle de taxas de erosão, entre outros.

A generalização dos serviços no ecossistema como uma grande unidade fornecedora, reduz a capacidade de visualizar todas as informações que podem ser extraídas de cada elemento que é responsável por gerar um determinado SE. Diante disso, a compartimentação do ecossistema manguezal em unidades ambientais mostrou-se como um método eficiente para auxiliar na distinção dos serviços neste ambiente.

A divisão das unidades permitiu conhecer as especificidades de cada compartimento do manguezal, e como elas interferem na oferta dos SE (limitando ou potencializando), mesmo estando interligadas ao funcionamento geral do ecossistema. Além de permitir, distinguir os serviços prestados por cada unidade, neste caso o apicum, bosque de mangue, lavado e canais de maré.

A inclusão dos canais de maré como um dos compartimentos do manguezal, mostrou-se muito relevante para agregar informações, tanto a dinâmica do ecossistema como para os serviços. Visto que um dos principais serviços de provisão prestado pelo manguezal (pesca), é extraído desta unidade, a necessidade de incluir este compartimento como uma das feições do manguezal é imprescindível para a realização de análises integradas neste ambiente.

Porém são necessários estudos mais aprofundados sobre a estrutura e dinâmica dos canais de maré, para consolidar este como uma das unidades ambientais do manguezal. Outro aspecto, que pode ser levado em consideração para ser incluído é o estuário, posto que é através dele que algumas espécies de peixes avançam até os canais

de maré, assim como o volume de água. Contudo, também são necessários estudos mais aprofundados sobre a relação entre estes, o manguezal e a relação com os SE.

A utilização da Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) permitiu que a identificação e classificação dos SE fosse realizada de uma forma clara e objetiva, possibilitando que fossem realizadas adaptações necessárias a realidade da área de estudo. Acrescentando as formas de uso dos serviços e a espécies utilizadas para isto, fornecendo subsídios para a identificação e classificação de serviços potenciais em outras áreas de mangue da Ilha do Maranhão, através do checklist de presença ou ausência de determinadas espécies da fauna e flora.

É necessário ter cuidado na realização da contagem dos serviços com relação a classe em que estão inseridos, pois um determinado produto pode prestar diferentes serviços. Por exemplo o camarão pode ser consumido como alimento (nutrição) e utilizado como isca na pesca (material). Além do potencial das unidades prestarem diversos serviços, as espécies, especificamente, podem ser indivíduos potencialmente prestadores de SE.

A metodologia utilizada para o mapeamento dos serviços de provisão mostrou-se eficaz para indicar as unidades potencialmente prestadoras de serviços, assim como, para representar a distinção de serviços por unidade ambiental no manguezal, permitindo fazer a relação entre suas características e a produção dos SE.

O apicum foi classificado como a unidade com a menor quantidade de serviços prestados, justificado pela sua composição natural, que limita o desenvolvimento da fauna e flora nesta zona. Enquanto os canais de maré foram classificados como a unidade que fornece a maior quantidade de serviços, o que pode estar ligado com a quantidade de nutrientes e matéria orgânica neste setor, atraindo espécies que são fontes nutritivas para o homem.

É importante destacar que a partir do mapeamento é possível indicar as áreas que irão ser mais afetadas, se expostas a algum tipo de intervenção antrópica muito intensa, e quais serviços podem ser perdidos ou reduzidos neste processo. Outra informação que pode ser extraída dos mapeamentos, são os pontos de maior extração dos recursos, que são indicados pelos usuários do ecossistema, estas informações georreferenciadas e agregadas ao mapeamento podem contribuir para indicar pontos potenciais de oferta de serviços ecossistêmicos.

Estas informações precisam ser relacionadas a outras variáveis locais, como população da fauna da área, dados físicos, químicos e biológicos (como o pH, salinidade, oxigênio dissolvido) dos sedimentos, da água e de outros fatores, para consubstanciar análises mais concretas sobre as variações na oferta de SE prestados ao longo do ecossistema.

Agregar este tipo de dados ao mapeamento dos serviços de provisão, possibilita apresentar variações na oferta de SE dentro das unidades, fornecendo subsídios para análises mais robustas na gestão destes ecossistemas. Outro desafio é o monitoramento de algumas espécies, que não são residentes do ecossistema e utilizam deste apenas para algumas necessidades, como é o caso de alguns peixes que se reproduzem nessas áreas. É necessária uma sistematização de dados sobre a biodiversidade em diferentes níveis de escala de análise, para unificar a produção de informações sobre estes ambientes.

O levantamento de dados sobre os Serviços de Provisão é relevante, pois estes são os serviços que possuem relação direta com a sociedade, portanto qualquer alteração na disponibilidade e quantidade destes, influenciará na dinâmica dos usuários dependentes destes recursos. Estudos preliminares da identificação de SE são essenciais para subsidiar a elaboração de diretrizes para gestão dos ecossistemas em geral.

No caso do manguezal, estudos mais aprofundados sobre a diversidade da oferta dos Serviços Ecossistêmicos relacionado as suas unidades ambientais é fundamental, para pensar diretrizes mais coerentes, considerando as particularidades oferecidas por esta análise. O conhecimento detalhado dos serviços prestados pelas espécies da fauna e flora, permitem a realização de cálculos que podem prever o prejuízo causado pela perda nas áreas deste ambiente.

É necessário considerar as informações que podem ser extraídas das variáveis ligadas aos fatores abióticos, pois estas são elementos condicionantes na produção dos SE, qualquer distúrbio causado em uma destas influenciará na oferta dos SE. Há necessidade de estudos posteriores no manguezal do rio Tijupá e em outros pontos de manguezal da Ilha do Maranhão, são fundamentais para aprofundar o conhecimento sobre a dinâmica destes ecossistemas e a oferta de SE (provisão, regulação/manutenção e culturais), assim como para sistematização de dados sobre os Serviços Ecossistêmicos do manguezal da Ilha e fornecimentos de dados para gestão destes ambientes que são intensamente degradados no Estado.

## REFERÊNCIAS

ALONGI, D. M. **The Energetics of Mangrove Forests**. Springer Science. 2009. 221 p.

ALMEIDA, R. **Manguezal do Canal da Passagem, Vitória, Espírito Santo**: conteúdo e transferência de nutrientes na fração folhas da serapilheira. 2001. Dissertação. (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ALMEIDA, Z. da S. **OS RECURSOS PESQUEIROS MARINHOS E ESTUARINOS DO MARANHÃO**: Biologia, Tecnologia, Socioeconomia, Estado da Arte e Manejo. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará. 2008. 268p

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22. n. 6.2013. 18p.

AMARO, V. E.; COSTA, B. C. P. Identificação fitofisionômica através de imagens híbridas do LANDSAT 5-TM e do RADARSAT-1 em manguezais do litoral setentrional do Rio Grande do Norte. **Revista de Geologia**, Fortaleza, p.115-127, 2012.

ANDRADE, D. C. **Modelagem e Valoração de Serviços Ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica**. Tese (Doutorado). Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. 2010. 269p.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Valoração de serviços ecossistêmicos: por que e como avançar?. **Sustentabilidade em Debate**. Brasília, v. 4, n. 1. 2013. p. 43-58.

BABBIE, E. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001. 519 p.

BARBIER, E. B., et al. Coastal ecosystem-based management with nonlinear ecological functions and values. **Science** 319, p 321–323. 2008

BARBIER, E. B.; HACKER, S. D.; KENNEDY, C.; KOCH, E. W.; STIER, A. C.; SILLIMAN, B. R. The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological Monographs**, 81(2). p 169-193. 2011.

BASTIAN, O.; GRUNEWALD, K.; KHORSHEV, A. V. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. **Landscape Ecology** 30, p 1145-1164. 2015.

BEZERRA, D. S. **O ecossistema manguezal em meio urbano no contexto de políticas públicas de uso e ocupação do solo na bacia do rio Anil, São Luis,**

**Maranhão.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão. 2008. 122 p.

BEZERRA, D. S. **Modelagem do padrão de resistência do Manguezal a elevação do nível do mar.** Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais para obtenção de título de doutor. INPE: São José dos Campos. 2014. Disponível em: <http://urlib.net/xx/yy>. Acesso: 14/10/2016.

BOYD, J.W.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics**, v. 62, p.616-626, 2007.

BOYD, J. Location, location, location: the geography of ecosystem services. **Resources for the Future**, p 11-15. 2008.

BRANDER, L. M et al. Ecosystem services value for mangroves in Southeast Asia: a meta-analysis and value transfer application. **Ecosystem Services**. v 1, n 1. 2012. p62-69.

BRASIL. Minuta - **Projeto de Lei Institui a Política Nacional de Serviços Ambientais e dá outras providências.** Minuta. Brasília, 2008.

BRASIL. IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Desenvolvimento da Pesca e da Aquicultura no Estado do Maranhão.** Publicações, 2003. Disponível em: <http://www.iica.org.br/docs/publicacoes/publicacoesiica/desenvpescaaquic-ma.pdf>.

BRILHA, J.B.R. **Património geológico, geoconservação:** A conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 183p.

BURKHARD, B.; KROLL, F.; MULLER, F.; WINDHORST, W. Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. **The Official Journal of the International Association for Landscape Ecology**, 15. p1-22. 2009.

BURKHARD, B. Integrative Approaches. In: MAES, J.; BURKHARD, B. **Mapping Ecosystem Services.** Pensoft Publishers, Sofia. 2017. p212.

BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services.** Pensoft Publishers, Sofia. 2017. 377p.

CARVALHO NETA, R.N.F. e CASTRO, A.C.L. de. Diversidade das assembleias de peixes estuarinos da Ilha dos Caranguejos, Maranhão. **Arquivos das Ciências do Mar.** Vol. 41. Fortaleza, 2008. 48 a 57 pg. Disponível em: [http://xa.yimg.com/kq/groups/19967785/1370098620/name/07\\_Artigo\\_da\\_Raimunda\\_Nonata.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/19967785/1370098620/name/07_Artigo_da_Raimunda_Nonata.pdf). Acesso: 16/10/2016.



CAVALCANTI, L. C. de S. **Da Descrição de Áreas à Teoria dos Geossistemas** – Uma abordagem Epistemológica sobre Sínteses Naturalistas. Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. 2013. 218 p.

CHRISTOFOLETTI, R. A. **Ecologia trófica do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Ocypodidae) e o fluxo de nutrientes em bosques de mangue, na região de Iguape (SP)**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal – São Paulo. 2005. 139p

CHRISTOFOLETTI, R. A.; HATTORI, G. Y.; PINHEIRO, M. A. A.. “Food selection by a mangrove crab: temporal changes in fasted animals”. **Hydrobiologia**, 702: 63-72. 2013.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima:** São Luís, 2018. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/1671/>. Acesso em: 19.02.2018

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima:** São José de Ribamar, 2018. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/4517/>. Acesso em: 19.02.2018

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de. Carcinicultura em apicum no litoral do Piauí: uma análise com sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Belo Horizonte – MG. 2003. p 1541-1548.

CORRÊA, E. B.; GALVÃO, J. A. H.; BETTIOL, W. **Manguezais:** potencial fonte de microrganismos para o uso como agentes de biocontrole da podridão radicular e promotores de crescimento de plantas em hidroponia. EMBRAPA – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 59. Jaguariúna, São Paulo. 2011. 27p.

CORREIA, M.M.F. e BRANDÃO, M.D.S. Flora Ficológica Marinha da Ilha de São Luís (Estado do Maranhão, Brasil.). I – CHLOROPHYTA. **Arquivo de Ciências do Mar**. Vol 14. Fortaleza: 1974. 67-80 pg. Acesso: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/1590>. Acesso: 14/10/2016.

COSTA, D. F. da S. Bens e Serviços Ecossistêmicos prestados por Áreas Úmidas Costeiras. **Anais do XII Encontro Nacional da ANPEGE**, Porto Alegre – RS. 2017. p1417-1431.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN CORREIA, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, p. 253-260, 1997.

COSTANZA, Robert et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 2014.

DAILY, G. C. Introduction: What are Ecosystem Services? In: Daily, G.C. (Ed.) **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Island Press, Washington, D.C., 1-10. 1997.

DIAS, T. L. P.; ROSA, R. S.; DAMASCENO, L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, v. 1, n. 1, p. 25-35, 2007. 122p.

DE GROOT, R. S., WILSON, A. M., & BOUMANS, R. M. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393-408, 2002.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Criação de abelhas: apicultura**. Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Meio-Norte – Brasília, DF. 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 2013. 352. p

FRANÇA, V. L. de; MONTELES, J. S.; FUNO, I. C. S. A.; CASTRO, A. C. L. de. SELEÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA O CULTIVO DE OSTRÁ NATIVA, *Crassostrea* SPP. E SURURU, *Mytella falcata*, EM RAPOSA, MARANHÃO. **Arquivos de Ciência do Mar**. Fortaleza, 46 (1). p62-75. 2013

FERRETTI, Sérgio. Ao som dos tambores. **Revista de História**. Disponível em: <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/artigos/ao-som-dos-tambores>. Acesso em: 18.10.16

FERREIRA, A. J. de A. **Políticas territoriais e a reorganização do espaço maranhense**. Tese (Doutorado). Programa de Pós – Graduação em Geografia Humana da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. 269 p.

FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v.8, p. 643-653, 2009.

FISHER, B.; BATEMAN, I.; TURNER, R. K. Valuing Ecosystem Services: Benefits, Values, Space and Time. **Environment for Development**. n. 3. 2011. 14p.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3 ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, p, 71-79. 2011.

GUEDES, D. R. da C.; SANTOS, N. M.; CESTARO, L. A. Planícies flúvio-marinha do Rio Grande do Norte: uma abordagem geossistêmica. **Revista de Geociências do Nordeste**. v.2. Número Especial. p821 - 831

GUEDES, D. R. da C.; CESTARO, L. A.; COSTA, D. F. da S. IDENTIFICAÇÃO PRELIMINAR DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E PROVISÃO PRESTADOS PELO MANGUEZAL NO RIO TUBARÃO E NO RIO CEARÁ-MIRIM (RN-BRASIL). Anais do XII Encontro Nacional da ANPEGE, Porto Alegre – RS. 2017. p1348-1360

GUERRA, C.; ALKEMADE, R.; MAES, J. When to map? In: MAES, J.; BURKHARD, B. **Mapping Ecosystem Services**. Pensoft Publishers, Sofia. 2017. 166-172p.

GODOY, S. A. P. de; MAYWORM, M. A. S.; LO, V. K.; SALATINO, A.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Teores de ligninas, nitrogênio e taninos em folhas de espécies típicas de mangue. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 20. n.1. 1997. p35-40

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley & Sons Ltd., 2004. 434p.

GRAY, M.; GORDON, J.E.; BROWN, E. J. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 124, 2013, p. 659–673.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Limites municipais. 2010. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/mapas-municipais.html>.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Catálogo de Imagens. 2013. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; CELINO, J. J. Apicuns na Baía de Todos os Santos, Bahia: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química. In: QUEIROZ, A. F.; CELINO, J. J. (Eds.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2008. p. 59-72.

HAINES-YOUNG, R. H.; POTSCHIN, M. B. **Proposal for a common international classification of ecosystem goods and services (CICES) for integrated environmental and economic accounting**. European Environment 67.Agency. 2010. Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaLES/egm/Issue8a.pdf>.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012.** European Environment Agency Framework Contract No EEA/IEA/09/003. 2013. 34p

HAINES-YOUNG, R; POTSCHIN, M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. **Ecosystem Ecology: a new synthesis**, p.110-139, 2010.

HARRISON, J. E FEWELL, J. Environmental and genetic influences on flight metabolic rate in the honey bee, *Apis mellifera*. **Comparative Biochemistral and Physiology**, part A, 133. 2002, 323 – 333p.

HARRINGTON R, DAWSON TP, FELD CK et al. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. **Biodiversity Conservation**. v. 19. n.10. p2773-2790. 2010.

HOGARTH, P. J. **The Biology of Mangroves and Seagrasses**. Oxford University Press. 2007. 284 p.

JACOBS, S.; VERHEYDEN, W.; DENDOCKER, N. Why to map: In: MAES, J.; BURKHARD, B. **Mapping Ecosystem Services**. Pensoft Publishers, Sofia. 2017. 173-177p.

JUNK, W. J et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification, for research, sustainable management, and protection. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**. v 24. p5-22. 2013

JUNK, W. J et al. **Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável**. Instituto Nacional de Ciências em Tecnologias em Áreas Úmidas. 2014. 67p. Disponível em: <http://www.inau.org.br/documentos/?DocumentosCategoriaCod=&DocumentosCod=12>

KOCH, M.; MATTHIAS, W. e DIELE, K. Comparative population dynamics of four fiddler crabs (Ocypodidae, genus Uca) from a North Brazilian. **Marine Ecology Progress Series**. Vol. 291: 177–188, Abril, 2005. Disponível em: <http://www.int-res.com/articles/meps2005/291/m291p177.pdf>.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology?. **Ecological Letters**, 8, p468-479. 2005.

KRUSE, M.; PETZ, K. Mapping provisioning services. In: MAES, J.; BURKHARD, B. **Mapping Ecosystem Services**. Pensoft Publishers, Sofia. 2017. 189-198p.

LACERDA, L. D. **Mangrove Ecosystems: Function and Management**. Springer Verlag: Berlin. 2001.

LACERDA, L. D.; ITTEKOT, V.; PATCHINEELAM, S. R. Biogeochemistry of Mangrove Soil Organic Matter: a Comparison Between Rhizophora and Avicennia Soils in South-eastern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. n. 40. p. 713-720. 1995.

LIMBURG, K. E.; FOLKE, C. The ecology of ecosystem services: introduction to the special issue. **Ecological Economics**, v. 29, p. 215-233. 1999.

LEBIGRE, J. M. *Les marais à mangrove et les tannes*. Disponível em: [http://www.futura-sciences.com/fr/print/comprendre/dossiers/doc/t/geographie/d/les-marais-a-mangrove-et-les-tannes\\_683/c3/221/p1/](http://www.futura-sciences.com/fr/print/comprendre/dossiers/doc/t/geographie/d/les-marais-a-mangrove-et-les-tannes_683/c3/221/p1/). 2007.

LIMA, Tânia. Os Mangues em Raul Bopp. **Revista de Letras**. Vol. 1. N 34. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2015. p. 78-88.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 5, 1914, p. 39-64.

MACEDO, L. A. A. de. e ROCHA, A.A. Estudo do sistema lagoa-mangue para controle da poluição causada por esgotos no estuário da Ilha de São Luís – Ma. **Revista DAE**. Vol. 44. São Paulo: 1984. Disponível em: <http://revistadae.com.br/site/artigo/1193-Estudo-de-sistema-lagoa-mangue-para-controle-da-poluicao-causada-por-esgotos-nos-estuarios-da-Ilha-de-Sao-Luis---MA>. Acesso em: 19/10/2016.

MACEDO, Y. et al. Serviços ambientais das unidades geoambientais no município de São Miguel do Gostoso/RN, Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**. n 12. 2017. 25p

MACNAE, W. A general account of the fauna and flora of the mangrove swamps and forests in the Indo-Pacific Region. **Advances in Marine Biology** 6. p.73–270. 1986.

MAES, J. et al. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. **Ecosystem Service** (1). 2012. p31-39.

MAES, J.; CROSSMAN, N. D.; BURKHARD, B. Mapping ecosystem services. In: POTSCHIN, M.; HAINES-YOUNG, R.; FISH, R.; TURNER, R. K. (org.) **Routledge Handbook of Ecosystem Services**. Routledge. London. 2016. 146p.

MARAGON, M. **Geotecnia de Fundações**. Formação Geológica dos Solos. Nugeo. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2008. Disponível em :



<http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/GF111-Formacao-Geologica-dos-Solos-2008.pdf>.

MARSHALL M. N. **The key informant technique**. Printed in Great Britain, Vol. 13, n 1, Oxford University Press, 1996.

MARTINS, A.L.P. **Avaliação da qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Bacanga (São Luís – Ma) com base em variáveis físico-químicas, biológicas e populacionais: subsídios para um manejo sustentável**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós- Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas. 2008. 115 p. . Disponível em: <https://sigaa.ufma.br/sigaa/verProducao?idProducao=122086&key=34bbabd55896188d1dcd6a3e67c13ca6>. Acesso: 16/10/2016.

MATOS, H. R. C. **Análise Toponímica De 81 Nomes De Bairros De São Luís/Ma**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Linguística da Universidade Federal do Ceará: Fortaleza. 2014. 347p.

MCKEE, K.L. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution – reciprocal effects? **The Journal of Ecology**, v.81, n.3, p.477-487, 1993.

MEDEIROS, T.C.C. A Degradação do Manguezal do Igarapé do Jaracati, no estuário do rio Anil, São Luís – MA: um estudo de caso. Vol. 2. **Revista Interface**. Tocantins: 2005. 166 a 173 pg. Disponível em: <http://revista.uft.edu.br/index.php/interface/article/download/341/238>. Acesso em: 16/10/2016.

MENEZES, C. **O Substrato influencia a distribuição espacial de tocas de caranguejos Chama-Maré Uca sp. (Decapoda, Ocypodidae)?**. Ecologia da Mata Atlântica. 2007. Disponível em: [http://ecologia.ib.usp.br/curso/2007/pdf/individuais/i\\_cristiano\\_menezes.pdf](http://ecologia.ib.usp.br/curso/2007/pdf/individuais/i_cristiano_menezes.pdf).

MILCU, A. I.; HANSPACH, J.; ABSON, D.; FISCHER, J. Cultural ecosystem services: a literature review and prospects for future research. **Ecology and Society**. v. 18. n. 3. 2013. 34p.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002, 424 p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystem and Human Well-Being: A framework for assessment**. Washington, D.C.: Island Press. 2003. Disponível em: [http://pdf.wri.org/ecosystems\\_human\\_wellbeing.pdf](http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf). Acesso em: 20/09/2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011.

MOCHEL, F. R. Mangrove Ecosystems in São Luís Island, Maranhão, Brazil. In: KJERFVE, B.; LACERDA, L. D. de L.; DIOP, E. H. S. **Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa**. Paris, UNESCO. 1997

MOCHEL, et al. Degradação Dos Manguezais Na Ilha De São Luís(Ma): Processos Naturais E Impactos Antrópicos. In: Prost, M.T. & Mendes, A.C. (Org). **Ecosystemas costeiros: impactos e gestão ambiental**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 2001. 221p.

MOCHEL, F R. Manguezais Amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. de. (Org.). **Amazônia Maranhense: Diversidade e conservação**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 2011. 329p

MONTELES et al. Percepção sócio-ambiental das marisqueiras no município de Raposa-ma. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. Vol 4. N 2. São Luís. 2009.

MOONEY, H. A. AND EHRLICH, P. R. Ecosystem Services: a fragmentary history. In: Daily, G. C. (Ed) **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington, D.C., Island Press, 11-19. 1997.

MORAES, T. S.; GONÇALVES, E. S.; PASSOS, D. A. dos; OLIVEIRA, I. P.; GONÇALVES, M. F. P. **Programa de recuperação em ecossistema de manguezal: o caso do povoado Rio dos Cachorros, São Luís, Maranhão, Brasil**. 62ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Desenvolvimento da Ciência, Natal – Rio Grande do Norte. 2010.

MORALES, P et al. Comparing and evaluating process-based ecosystem model predictions of carbon and water fluxes in major European forest biomes. **Global Change Biology** (11) 2005. p. 2211-223

MOREIRA, J. F.; BRITO, I. da S. e FARIAS FILHO, M. S. Ocupação desordenada sobre os manguezais da Ilha do Maranhão. In: FARIAS FILHO, M.S. e CELERI, M.J. (Org.) **Geografia da Ilha do Maranhão**. São Luís: EDUFMA, 2015. 290 p.

MOREIRA, R. As Categorias Espaciais da Construção Geográfica das Sociedades. **GEOgraphia**, América do Norte, 3, set. 2009. Disponível em: <http://www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/52/50>.

MOUCHEREK FILHO, V. E.; VAZ, M. do S. O.; MARANHÃO, S. C. Avaliação organoléptica e análise bromatológica, para fins nutricionais do camarão, caranguejo e

sururu (in natura) consumidos na Ilha de São Luís – MA. **Cadernos de Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão**, v. 14, n. 1, p. 24-34. 2003.

MOUTON, E.C.; FELDER, D.L.. Burrow distributions and population estimates for the fiddler crabs *Uca spinicarpa* and *Uca longisignalis* in a Gulf of Mexico salt marsh. **Estuaries**, v. 18, n. 3, 1995, p. 469-481.

MUKHERJEE, N.; SUTHERLAND, W.J.; DICKS, L.; HUGE, J.; KOEDAM, N.; DAHDOUN-GUEBAS, F. Ecosystem Service Valuations of Mangrove Ecosystems to Inform Decision Making and Future Valuation Exercises. **Plos One**, 9(9): e107706. 2014. Disponível em: 70  
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0107706>. Acesso em: 20/09/2016.

MUNK, N. **Inclusão dos Serviços Ecossistêmicos na Avaliação Ambiental Estratégica**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015. 179p.  
 NASCIMENTO, S. Estudo da importância do “apicum” para o ecossistema de manguezal. Relatório Técnico Preliminar. Sergipe, Governo do Estado do Sergipe. 1993. 27p.

NATIONAL RESEARCH CONCIL. Committee on Assessing and Valuing the Services of Aquatic and Related Terrestrial Ecosystems. **Valuing Ecosystem Services: Toward Better Environmental Decision-Making**. 2005. 290p.

NOGUEIRA, N. M. C. e FERREIRA-CORREIA, M. M. Cyanophyceae/cyanobacteria in red mangrove forest at mosquitos and coqueiros estuaries, São Luís, state of Maranhão, Brazil. **Brazilian Journal Biology**. vol.61 no.3 2001. 10 p. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842001000300002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842001000300002). Acesso: 16/10/2016.

NUNES, M. de L. F. **Distribuição e Fracionamento do fósforo nos sedimentos dos rios Bacanga e Anil na Ilha do Maranhão**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal. 2013. 97 pg.

NUNES, J. L. S.; PIORSKI, N. M.; CAMPOS, D. S.; ALMEIDA, Z. da S. de. Peixes. In: NUNES, J. L. S.; MENDONÇA, M. A. (Org.). **Biodiversidade da Ilha do Maranhão**. EDUFMA: São Luís. 2013. 208p.

OLIVEIRA, V. M. de. e MOCHEL, F. R. Macroendofauna bêmica de substratos móveis de um manguezal sob impactos das atividades humanas no sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Boletim Laboratório de Hidrobiologia**. Vol. 12. São Luís: UFMA. 75-93 p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278018947>. Acesso: 17/10/2016.

PAES, J. B.; SANTANA, G. M.; AZEVEDO, T. K. B. de.; MORAIS, R. de M.; CALIXTO JÚNIOR, J. T. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba. v. 38. n. 8. p. 441-447. 2010

PAIXÃO, V.M. et al. **Ocorrência e abundância de caranguejos chama-marés do gênero *Uca* (crustacea, ocypodidae) no manguezal do araçagy, Ilha São Luís, Maranhão.** Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. 2 pg. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/803.pdf>. Acesso em: 19/10/2016.

PANIZZA, A. de C.; FONSECA, F. P. Técnicas De Interpretação Visual De Imagens. **Revista da GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo. n. 30. p. 30-43. 2011

PINHEIRO, M. A. A.; ALMEIDA, R. de. MONITORAMENTO DE POPULAÇÕES DO CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (BRACHYURA, UCIDIDAE). In: TURRA, A.; DENADAI, M.R., (orgs). **Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros**: rede de monitoramento de habitat bentônicos costeiros. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, p. 122-133.

PINHEIRO, J. M. DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE NA ILHA DO MARANHÃO NO ANO DE 2016. **Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, Grajaú - MA. v. 3, n. 8.2017. p. 126-141

POTSCHIN, M. B.; HAINES-YOUNG, R. H. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography* 35(5) 575–594, 2011.

PROJETO GEOILHA. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicados ao mapeamento do setor costeiro sudeste da Ilha do Maranhão.** Coordenador: Ulisses Denache Vieira Souza. COLUN-UFMA. 2015-2017.

QUEIROZ, L de S.; MEIRELES, A. J. de A.; HERAS, S. R. Serviços ecossistêmicos costeiros e comunidades tradicionais. **Revista da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia (ANPEGE)**. v. 8, n. 10, p. 145-159. 2012.

RABELO, M. S. **A Cegueira do Óbvio**: a importância dos serviços ecossistêmicos na mensuração do bem-estar. Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2014. 136 p.

RABELO, T.O. et al. **A Contribuição da Geodiversidade na prestação dos Serviços Ecossistêmicos do manguezal.** Trabalho apresentado no I Workshop de Biogeografia aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Caicó. 2017.

RADAM. **Folha SA-23-Z-A-V, MI-549, São Luís**. MME - Ministério das Minas e Energia; DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. Levantamento de Recursos Naturais. vol. 3. Rio de Janeiro. 1973.

RAMOS, J. A. A; BARLETTA, M; DANTAS, D. V.; LIMA, A. R. A. Influence of moon phase on fish assemblages in estuarine mangrove tidal creeks. **Journal of fish Biology**. 78. 2011. 344-354p

REIS-NETO, S. A.; CORRÊA, M.J.P.; SILVA, M.R.M. Levantamento de espécies vegetais apícolas em São Luís - MA. **Pesquisa em Foco**, v.10, n.2, p.37-45, 2002.

REIS, R. de J. **Costa Sudeste Do Município De São Luís – Ma: ANÁLISE E PROPOSTA PARA GESTÃO AMBIENTAL**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Gestão e Políticas Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco. 2005. 96p.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxionomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo: n. 6. 1992. 17-29p.

RODRIGUES, E. I. **Estrutura Da Comunidade Fitoplancônica Como Alternativa Para Avaliação Da Sustentabilidade Biológica De Áreas Com Potencialidade Aquícola Estabelecida Pelo Zoneamento Costeiro Do Estado Do Maranhão**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas, Universidade Federal do Maranhão (UFMA). 2006. 146p.

SANTOS, L. S.; OLIVEIRA, J. F.; PEREIRA, M. De J. F. **Travessia, Passeio De Pesca De Barco: Constituição Do Turismo Em Raposa, Maranhão**. Anais Do XI Encontro Humanístico, São Luís –Ma. 12p. 2011

SANTOS, N. M. **Fotografias de estudo de campo**. Ilha do Maranhão, 2018. 31 Fotografias.

SANTOS, N. M.; RABELO, T. O.; COSTA, D. F. da S. **Geodiversidade E Serviços Ecossistêmicos: A Influência Dos Elementos Abióticos Nos Serviços Prestados Pelo Ecossistema Manguezal**. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico e II Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação: Ponta Grossa – PR. 2017. p1-5.

SANTOS, N. M. et al. **Identificação dos Serviços Ecossistêmicos prestados pelo manguezal da Ilha do Maranhão – MA, Brasil**. Trabalho apresentado no I Workshop de Biogeografia Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Caicó. 2017.

SAYRE, R et al. **Natureza em Foco: Avaliação Ecológica Rápida**. The Nature Conservancy: Arlington, Virginia – USA. 2003. 182p



SCHMIDT, A. J. **Ritmos De Acasalamento E Habitat De Recrutamento Do Caranguejo Uçá (*Ucides Cordatus*), E Suas Implicações Para Gestão Em Manguezais De Caravelas, Ba.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Rio Grande, 2012. 208p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H. S. L.; CINTRÓN-MOLERO, G. The Cananéia Lagoon Estuarine System. São Paulo, Brasil. **Estuaries**. p 193-203. 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar.** São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995, 64 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de Ecossistemas: manguezal, marisma e apicum.** São Paulo, 2015.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. In: TURRA, A.; DENADAI, M.R., (orgs). **Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros: rede de monitoramento de habitat bentônicos costeiros.** São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, p. 62-80.

SCOTT, D.A.; JONES, T. A. Classification and inventory of wetlands: a global overview. **Vegetatio**, v. 118, n. 3, p.16, 1995

SCHRÖTER, D et al. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. **Science** (310). 2005. p1333-1337

SILVA FILHO, C.; TAGLIARO, C. H.; BEASLEY, C. R. Seasonal abundance of the shipworm *Neoteredo reynei* (Bivalvia, Teredinidae) in mangrove driftwood from a northern Brazilian beach. **Iheringia**, Série Zoologia. vol.98. n.1. 2008. p17-23.

SILVA, J. de R.R. e ALMEIDA, Z, da S. de. **Zoneamento Vertical dos crustáceos bentônicos em substratos inconsolidados do manguezal do quebra-pote na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil.** Boletim Técnico-Científico CEPENE. Vol. 10. ICMBIO. São Luís: 2002. 65 a 83 pg. Disponível em:  
[http://www.icmbio.gov.br/cepene/images/stories/publicacoes/btc/vol10/Art05\\_Vol101.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepene/images/stories/publicacoes/btc/vol10/Art05_Vol101.pdf). Acesso em: 14/10/2016.

SILVA, Q. D. da. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unesp da FCT/UNESP. Presidente Prudente. 2012. 251p

SILVA, J. de R.R. e ALMEIDA, Z, da S. de. **Zoneamento Vertical dos crustáceos bentônicos em substratos inconsolidados do manguezal do quebra-pote na Ilha de**

**São Luís, Maranhão, Brasil.** Boletim Técnico-Científico CEPENE. Vol. 10. ICMBIO. São Luís: 2002. 65 a 83 pg. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/cepene/images/stories/publicacoes/btc/vol10/Art05\\_Vol101.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepene/images/stories/publicacoes/btc/vol10/Art05_Vol101.pdf). Acesso em: 14/10/2016.

SOUZA, L. P.; SOUZA, A. I.; ALVES, F. LILLEBØ, A. I. Ecosystem services provided by a complex coastal region: challenges of classification and mapping. **Scientific Reports**, v. 6, n. 22782, 2016.

SPALDING, M. D.; BLASCO, F.; FIELD, C. D. **World Mangrove Atlas**. The International Society for Mangrove Ecosystems, Paris, 1997, 178 p.

SYRBE, R.; SCHROTER, M.; GRUNEWALD, K.; WALZ, U.; BURKHARD, B. What to map?. In: MAES, J.; BURKHARD, B. **Mapping Ecosystem Services**. Pensoft Publishers, Sofia. 2017. 149-156p.

TEEB. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity**: ecological and economic foundation. Cambridge: Earthscan, 2010.

TITO, M. R.; ORTIZ, R. A. **Pagamentos por serviços ambientais: desafios para estimular a demanda**. Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais EU-Brasil. Brasília: MMA, 2013. 52 p.

TOGNELLA, M. M. P.; OLIVEIRA, R. G. Processo de colonização do manguezal do rio Tavares por análise da estrutura de diferentes bosques. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 18, n. 01, p. 09-18, 2014.

TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 1986. 419p.

TREMBLAY, M. A. **The Key Informant Technique**: a nonethnographic application. Cornell University, 1957.

UCHA, J. M.; HADLICH, G. M.; CELINO, J. J. **Apicum**: transição entre solos de encostas e de manguezais. Revista Educação, Tecnologia e Cultura, Salvador. p.58-63, 2008.

WALLACE, K. J. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. **Biological Conservation**, 39, p 235-246. 2007.

WALSH, G. E.; BARRET, R.; COOK, G. H.; HOLLISTER, T. A. Effects of herbicides on seedlings of the red mangrove, *Rizophora mangle* L. **BioScience**, n. 23. p. 361-364. 1973

WALZ, U.; SYRBE, R.; GRUNEWALD, K. Where to map? In: MAES, J.; BURKHARD, B. **Mapping Ecosystem Services**. Pensoft Publishers, Sofia. 2017. 159-165.

WESTMAN, W. E. How Much Are Nature's Services Worth? **Nature**. v. 197, n.4307. 1977. p960.

WHATELY, M; HERCOWITZ, M. **Serviços Ambientais: conhecer, valorizar e cuidar** Subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.

VAN ENGELSDORP, D.; MEIXNER, M. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. **Journal of Invertebrate Pathology**, 103. 2010. 80 – 95p

VANUCCI, M. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. 2 ed. Editora da Universidade de São Paulo. 2002. 276p.

**Apêndice A – Entrevista aplicada aos moradores**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA**



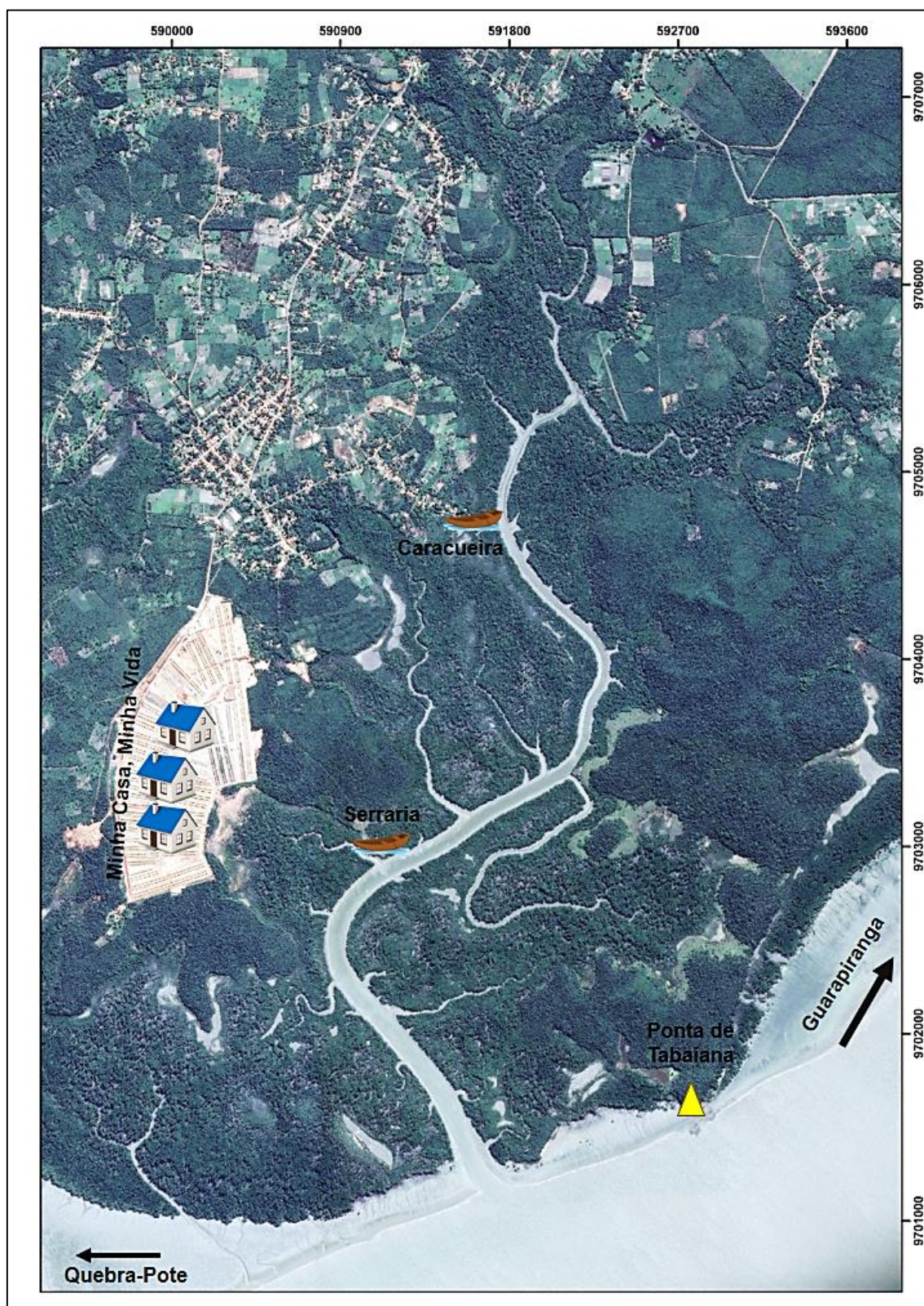
Data: \_\_/\_\_/\_\_

Entrevista nº: \_\_

- Qual a sua idade? Quanto tempo mora na área
- Porque você utiliza os recursos do mangue? Com qual frequência?
- O que costumam pegar no mangue?
- Quais os principais peixes? Quais os outros animais que podem ser encontrados?
- Quais os instrumentos utilizados para a pesca, coleta de caranguejos?
- Quais as formas de captura dos peixes, caranguejos?
- Em média costumam pegar quantos peixes e/ou caranguejos? Qual o melhor período do ano para a pesca?
- Com que frequência pesca? Diariamente, semanalmente, por quinzena, raramente?
- Costumam realizar construções próximas ao mangue? Ou outras atividades, como agricultura? Se sim, o que cultivam?
- Há retirada do mangue para realização de alguma atividade? Se sim, utilizam quais partes da planta? Para o que?
- Utilizam dos recursos do mangue para fins terapêuticos, farmacêuticos, rituais, confecção de instrumentos musicais ou outras coisas? Quais?
- Como é feito o uso deste recurso? Para curar qual doença?
- Como funciona o sistema de abastecimento? Precisam utilizar a água do mangue?
- E a coleta de lixo? Há despejo de resíduos no mangue?
- Obtém fonte de renda através do mangue? Ou retiram somente para consumo?



## Apêndice B – Material de apoio (imagem)







**Anexo A – Formulário de campo**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA**



**FORMULÁRIO DE CAMPO**

Nº do ponto: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Coordenadas: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Composição de bosque (espécies em ordem de dominância): \_\_\_\_\_

Tipo fisionômico: ( ) floresta ( ) bosque ( ) ( ) herbáceo

Bosque: ( ) esparso ( ) denso

Estimativa de altura:

Diâmetro do caule: ( ) <5cm ( ) 5 a 10cm ( ) 10 a 20 cm ( ) >20cm

Estado da unidade: conservado ( ), intermediário ( ) ou degradado ( )

Identificação de clareira/motivo: \_\_\_\_\_

Indivíduos mortos: ( ) presente ( ) ausente Média: \_\_\_\_\_

Presença de: ( ) propágulos ( ) flor ( ) fruto

Fauna presente (em ordem de dominância): \_\_\_\_\_

Substrato da fauna: \_\_\_\_\_

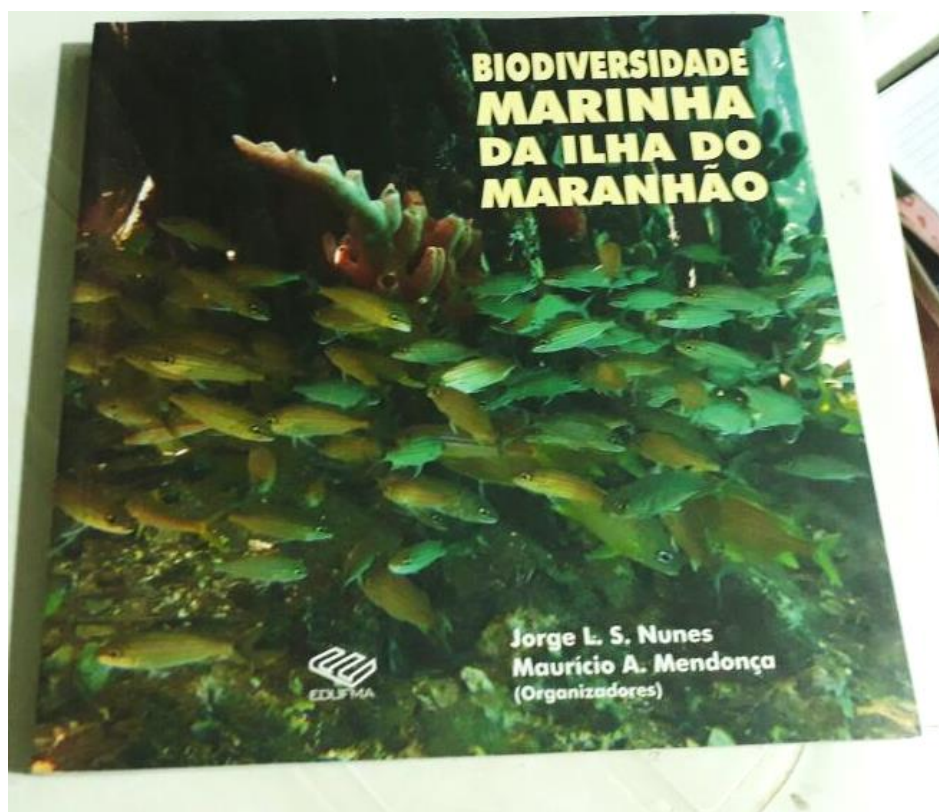
Processos erosivos: ( ) presente ( ) ausente.:

Sedimentos (Características): \_\_\_\_\_

Interferência antrópica: \_\_\_\_\_

Outras informações:

## Anexo B – Material de apoio (livro)



ALBERTINA R. SOUSA ET AL.

*Goniopsis cruentata*

(LATREILLE, 1803)

Família: Grapsidae

Nome vulgar: Aratu vermelho e preto



Foto: Albertina Sousa

**Diagnose:** Carapaça sub-quadrada, alargando-se levemente na porção posterior e a sua lateral curvada. Região branquial mais elevada do que nas regiões cardíaca e intestinal. Margem anterolateral com um único dente. Fronte com quatro lóbulos. Par mediano de lóbulos um pouco mais largo que o par lateral. Extremidade dos dedos alargados. Segundo par de pernas mais longo. Mero de todas as patas com forte dente na margem anterior. Espinhos robustos nos dátilo.

**Distribuição geográfica:** Atlântico Ocidental – Bermuda, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Guianas e Brasil (Fernando de Noronha e do Pará até Santa Catarina). Atlântico Oriental – do Senegal até Angola.

**Habitat:** Podem ser encontrados em ambientes estuarinos, como manguezais, sobre as raízes ou troncos das árvores e em praias lodosas.

**Referência:**  
Melo, 1996.